



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MÓDULOS  
CON PANTALLAS TÁCTILES PARA EL  
LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DE  
LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

**MANFREDY ISMAEL CHUGÑAY CARGUA  
GERMÁN MARCELO LLAMUCA MOYOTA**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Manfredy Ismael Chugñay Cargua.

---

Germán Marcelo Llamuca Moyota.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro eterno agradecimiento al Ing. Marco Santillán, Ing. Pablo Montalvo por su acertada dirección en el desarrollo y ejecución del presente trabajo. Además a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Facultad de Mecánica a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y a sus respectivas autoridades, quienes nos acogieron en sus aulas y nos permitió prepararnos para este nuevo desafío y a todos los maestros de tan prestigiosa institución por todos los conocimientos impartidos.

Deseo también agradecer a los profesionales Ing. Lénin Aguirre, Ing. Renato Yansapanta, quienes de una u otra manera pusieron un granito de arena para llevar a cabo este anhelado proyecto, gracias a todos.

Agradecemos a nuestras familias por su apoyo diario y su entrega permanente que han sido el pilar fundamental para el éxito obtenido.

M.CH. & G.LL.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios, a mis padres Tlg. Marcelo Chugñay, Olga Cargua que día a día guían mis pasos y a mis hermanos quienes me brindaron todo su apoyo y comprensión incondicional, Ing. Fabián Chugñay, Daysy, Angélica y Vanesa, para cumplir con responsabilidad este gran reto.

M.CH.

Este proyecto de tesis se lo dedico a mis padres quienes con su amor y cariño me apoyaron de todo corazón durante toda esta etapa de lucha y constancia, a mis hermanos y hermanas por su apoyo incondicional.

G.LL



## TABLA DE CONTENIDOS

<b><u>CAPÍTULO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
<b>1. ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Desarrollo de la automatización industrial.....	3
2.2 Nuevas tendencias de la automatización industrial.....	4
2.2.1 La evolución de la industria de producción.....	5
2.2.1.1 Industrias manufactureras.....	5
2.2.1.2 Industria de procesos continuos.....	5
2.2.2 La evolución de la tecnología informática.....	6
2.2.3 La evolución del control automático.....	6
2.3 Los relés inteligentes (LOGO).....	7
2.3.1 Ventajas.....	7
2.4 Los controladores lógicos programables (PLC).....	8
2.4.1 Estructura de un PLC.....	9
2.4.1.1 La unidad central de procesamiento (CPU).....	10
2.4.1.2 Circuitos de entradas y salidas.....	12
2.4.2 Ventajas del uso de los PLC's.....	13
2.4.3 Aplicaciones del los PLC's.....	13
2.5 Interfaz hombre - máquina (HMI).....	14
2.6 Pantallas táctiles.....	15
2.6.1 Tipos de paneles táctiles.....	15
2.6.2 Tecnología de pantalla resistiva.....	15
2.7 Medios de comunicación (cables).....	17
2.7.1 Introducción.....	17
2.7.2 Interfaces de comunicación.....	18

2.7.2.1	Interfaz estándar RS-485.....	19
2.7.3	Acoplamiento y protocolos de comunicación.....	19
2.7.3.1	Intercambio de datos.....	20
2.7.3.2	Criterios para elegir el acoplamiento.....	20
2.7.3.3	Protocolos.....	20
2.7.4	Comunicación entre el panel de operador y el autómeta.....	22
2.7.4.1	Principio de comunicación.....	22
2.8	Software.....	24
2.8.1	<i>Software</i> de <i>WinCC Flexible</i> para la HMI.....	25
2.8.1.1	Componentes de <i>WinCC Flexible</i> .....	25
2.8.2	<i>Software</i> par el <i>SIMATIC S7- 200</i> .....	26
2.9	Dispositivos de protección.....	26
2.9.1	Circuitos de control externo.....	27
2.9.1.1	Protección contra corto circuitos.....	27
2.9.1.2	Circuitos de parada de emergencia.....	27
<b>3.</b>	<b>DISEÑO DEL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....</b>	<b>29</b>
3.1	Estructura del módulo de automatización industrial.....	29
3.1.1	Dimensiones de la estructura modular.....	30
3.1.2	Ubicación del controlador lógico programable.....	31
3.1.3	Ubicación del panel operador.....	31
3.1.4	Entradas y salidas del módulo.....	32
3.1.5	Ubicación de los pulsadores y selectores.....	32
3.2	Consideraciones básicas para el diseño.....	32
3.2.1	Construcción de la estructura modular.....	33
3.3	Diseño del circuito de mando.....	35
3.4	Diseño del circuito de potencia.....	36
<b>4.</b>	<b>MONTAJE DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS EN EL TABLERO.....</b>	<b>38</b>
4.1	Datos técnicos y parámetros de funcionamiento de los equipos.....	38
4.1.1	Datos técnicos y parámetros de funcionamiento del PLC SIMATIC S7-	

200.....	38
4.1.1.1 Comunicación abierta.....	39
4.1.1.2 Altas prestaciones.....	39
4.1.1.3 Modularidad óptima.....	40
4.1.1.4 Características destacadas.....	40
4.1.2 Ejemplares de pantallas táctiles SIMATIC.....	43
4.1.3 Características de SIMATIC WinCC flexible.....	44
4.1.4 Características de la pantalla SIMATIC OP 177B PN/DP.....	45
4.1.4.1 Datos técnicos de la pantalla SIMATIC OP 177B .....	46
4.1.4.2 Parámetros de funcionamiento de la pantalla SIMATIC OP 177B.....	48
4.2 Selección de los equipos y dispositivos a utilizarse.....	48
4.2.1 Selección de equipos.....	48
4.2.2 Selección de dispositivos.....	49
4.2.3 Selección de materiales.....	50
4.3 Planos eléctricos.....	50
4.3.1 Plano de conexión de los equipos.....	50
4.3.2 Plano del circuito de mando.....	51
4.3.3 Plano del circuito de potencia.....	51
4.4 Montaje de equipos y dispositivos eléctricos.....	51
4.4.1 Montaje del PLC SIMATIC S7-200 CPU 224XP.....	51
4.4.1.1 Alejar los equipos S7-200 de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.....	51
4.4.1.2 Prever espacio suficiente para la ventilación y el cableado.....	52
4.4.1.3 Cuidado del S7-200.....	52
4.4.1.4 Dimensiones de montaje.....	52
4.4.1.5 Extraer y reinsertar el bloque de terminales.....	53
4.4.2 Montaje de la pantalla OP 177B PN/DP.....	54
4.4.2.1 Dimensiones del recorte de montaje.....	56
4.4.2.2 Espacios libres necesarios.....	56
4.4.2.3 Mordazas de fijación en el OP 177B.....	56
4.4.3 Montaje de los dispositivos eléctricos.....	58
4.4.3.1 Ubicación de los dispositivos eléctricos en el módulo.....	58
4.4.3.2 Procedimiento para ubicar los dispositivos eléctricos en el módulo.....	58

4.5	Conexiones eléctricas y medios de comunicación.....	60
4.5.1	Conexión del PLC.....	60
4.5.1.1	Reglas de carácter general.....	61
4.5.2	Conexión del panel operador.....	61
4.5.2.1	Conexión a tierra.....	62
4.5.2.2	Conectar la fuente de alimentación.....	62
4.5.2.3	Conexión del PC de ingeniería.....	63
4.5.2.4	Puertos del OP 177B.....	63
4.5.3	Medios de comunicación.....	64
4.6	Programación.....	66
4.6.1	Programación en KOP del PLC S7- 200 con STEP 7-Micro/WIN.....	66
4.6.1.1	Pasos para la programación del PLC S7 -200.....	67
4.6.2	Pasos para la programación del Panel Operador.....	71
4.6.2.1	Creando la aplicación .....	71
4.6.2.2	Creando nuevo proyecto.....	72
4.6.2.3	Seleccione el escenario que mejor se ajuste a la configuración de su instalación.....	72
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....</b>	<b>80</b>
5.1	Prueba del circuito de potencia.....	80
5.1.1	Verificación del funcionamiento de los equipos.....	80
5.2	Prueba del circuito de mando.....	80
5.2.1	Verificación del funcionamiento de los equipos.....	81
5.2.2	Funcionamiento de los dispositivos del módulo de automatización.....	82
5.2.3	Verificación del conexionado de los dispositivos al PLC.....	82
5.2.4	Verificación de la conexión del panel operador a la fuente externa de 24 VCD y PLC.....	83
5.3	Prueba del circuito de seguridad y protección.....	83
5.4	Puesta en marcha.....	83
5.4.1	Procedimiento de operación del módulo didáctico de automatización...	83
5.5	Evaluación del funcionamiento.....	84
5.6	Manual de prácticas de laboratorio.....	85
5.6.1	Tema.....	85

6.2	Objetivos.....	85
5.6.3	Generalidades.....	85
5.6.4	Funcionamiento del sistema de bombeo con HMI.....	86
5.6.5	Componentes del panel operador.....	87
5.6.6	Procedimiento.....	88
5.6.7	Conclusiones.....	89
5.6.8	Recomendaciones.....	89
5.7	Banco de tareas de mantenimiento y reglas de seguridad.....	90
5.7.1	Banco de tareas de mantenimiento para el módulo didáctico de automatización.....	90
5.7.2	Reglas de Seguridad.....	93
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
6.1	Conclusiones.....	94
6.2	Recomendaciones.....	95

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFÍA

### LINKOGRAFÍA

### ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

<b><u>TABLA</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
2.1      Protocolos de comunicación dependiendo del autómata.....	21
2.2      Redes de comunicación dependiendo del autómata.....	22
3.1      Dimensiones de la estructura modular.....	30
3.2      Alternativas y criterios de selección para la forma de la estructura modular.....	33
3.3      Áreas para la distribución física de los elementos.....	34
4.1      Características técnicas de las CPU's del S7-200.....	41
4.2      Funciones de las CPU's S7-200.....	42
4.3      Peso de la pantalla OP 177B.....	46
4.4      Características de la pantalla OP 177B.....	47
4.5      Unidad de entrada del OP 177B.....	47
4.6      Memoria de ampliación del OP 177B.....	47
4.7      Tensión de alimentación del OP 177B.....	47
4.8      Selección de equipos.....	48
4.9      Selección de dispositivos.....	49
4.10     Selección de materiales.....	50
4.11     Dimensiones de montaje.....	53
4.12     Grados de desviación para el montaje.....	55
4.13     Dimensiones del recorte de montaje.....	56
5.1      Voltaje necesario para los relés.....	80
5.2      Voltaje necesario para PLC y panel operador.....	81
5.3      Revisión del PLC del módulo didáctico de automatización.....	90
5.4      Revisión del panel operador del módulo didáctico de automatización..	91
5.5      Revisión de los dispositivos del módulo didáctico de automatización..	92

## LISTA DE FIGURAS

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
2.1 Diagrama de bloques de los elementos básicos de un PLC.....	10
2.2 Panel táctil tecnología resistiva.....	16
2.3 Breaker automático.....	27
2.4 Mando de paro de emergencia.....	28
3.1 Ubicación del PLC.....	31
3.2 Espacio para ubicar el panel operador.....	31
3.3 Bosquejo general de la estructura modular tipo rampa.....	33
3.4 Estructura modular.....	35
3.5 Diseño del circuito de mando.....	35
3.6 Diseño del circuito de potencia.....	36
4.1 Micro-PLC S7-200.....	43
4.2 Familia de paneles de siemens.....	44
4.3 Vistas frontal y lateral.....	45
4.4 Vista inferior del OP 177B PN/DP.....	45
4.5 Vista posterior.....	46
4.6 Medidas del panel operador OP 177B.....	46
4.7 Opciones de montaje en el Raíl DIN.....	52
4.8 Dimensiones de montaje.....	53
4.9 Extracción del bloque de terminales.....	54
4.10 Posición del montaje.....	55
4.11 Mordaza de plástico.....	55
4.12 Fijación de las mordazas de plástico.....	57
4.13 Colocación de la mordaza de plástico.....	57
4.14 Ubicación de los dispositivos en el Raíl DIN.....	59
4.15 Ubicación de los relés y bases.....	59
4.16 Colocación de los conectores o Jacks.....	59
4.17 Montaje de selectores y lámparas piloto.....	60
4.18 Conexión de alimentación al PLC.....	60
4.19 Conexión a tierra.....	62
4.20 Conexión de la fuente de alimentación.....	62
4.21 Conexión de la regleta macho.....	63

4.22	Conexión del PC al panel.....	63
4.23	Puertos del OP 177B.....	63
4.24	Interfaz RS -485/RS -422.....	64
4.25	Conexión PROFINET.....	64
4.26	Conexión USB.....	64
4.27	Comunicación entre PLC-PC.....	65
4.28	Comunicación entre PLC-panel operador.....	65
4.29	Comunicación entre panel operador-PC.....	66
4.30	Elementos básicos del KOP.....	66
4.31	Ventana del STEP 7 –Micro/Micro Win.....	67
4.32	Creación de nuevo programa.....	68
4.33	Librería de operaciones .....	68
4.34	Lista de elementos del KOP pantalla Inicial de WinCC Flexible.....	68
4.35	Programación en diagrama ladder.....	69
4.36	Compilar programa.....	70
4.37	Selección del tipo de CPU.....	71
4.38	Pantalla inicial de WinCC Flexible.....	71
4.39	Creando nueva aplicación.....	72
4.40	Selección del tipo de proyecto.....	73
4.41	Selección del panel operador.....	74
4.42	Selección del tipo de conexión y controlador.....	74
4.43	Plantilla de imagen.....	75
4.44	Navegación de imágenes.....	76
4.45	Imágenes del sistema.....	76
4.46(a)	Librerías disponibles.....	77
4.46(b)	Librerías seleccionadas.....	77
4.47	Información del proyecto.....	78
4.48	Página inicial del proyecto.....	78
5.1	Entradas y salidas del PLC.....	82
5.2	Funcionamiento del PLC.....	84
5.3	Funcionamiento del panel operador.....	85
5.4	Sistema de bombeo.....	85
5.5	Circuito normal del control de una bomba.....	86



5.6	Cableado del módulo.....	87
5.7	Circuito de control para el sistema de bombeo con ladder.....	88
5.8	Pantalla de operación del panel operador.....	88

## **ABREVIATURAS**

CP	Procesador de comunicación
CPU	Unidad central de proceso
CA	Corriente alterna
CD	Corriente directa
E/S	Entradas y salidas
HMI	Human machine interface
KOP	Esquema de contactos
MPI	Interfaz multi punto
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
OP177B	Panel operador 177B
OP	Panel operador
PLC	Controlador lógico programable
PPI	Interfaz punto a punto
PC	Personal computer
Q0,0	Salidas PLC
RS-485	Registered jack type 485
RAM	Random access memory
TCP/IP	Transmission control protocol/internet protocol
VDC	Voltaje de corriente continua
VCA	Voltaje de corriente alterna

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1: Circuitos eléctricos

ANEXO 2: Fotografías

## **SUMARIO**

Se han diseñado y construido dos módulos de automatización con pantallas táctiles para el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica con la finalidad de que los estudiantes y profesionales puedan realizar prácticas de automatización con HMI.

Se plantean los objetivos a ser alcanzados, posteriormente se conocen las características técnicas y funcionamiento de los equipos que resultan fundamentales para construir los módulos de automatización con HMI.

Consideramos tres aspectos fundamentales, ergonomía, estabilidad y estética que son las condiciones básicas para la construcción de los módulos, se diseñan los circuitos de mando, potencia, seguridad y alimentación de los equipos y dispositivos que serán distribuidos y ejecutados posteriormente para el funcionamiento y puesta en marcha de los módulos.

Los equipos requieren de una programación para que se puedan comunicarse entre si, y utilizaremos el software STEP 7/MicroWIN para el PLC y el software WinCC Flexible para el panel operador instalados previamente en un computador y luego se transfiere el programa hacia los equipos mediante los interfaz de comunicación.

Las prácticas realizadas verifican el correcto funcionamiento de los módulos, se realizan pruebas en el circuito de mando, potencia y seguridad, por último se elabora un manual de prácticas, banco de tareas de mantenimiento y normas de seguridad que servirá de guía para los estudiantes en la realización de sus prácticas y también para la conservación de los equipos.

Recomendamos a los practicantes conservar en perfectas condiciones los equipos y aprovechar al máximo la tecnología implantada en los módulos.

## **SUMMARY**

Two automation modules with touch screens have been designed and constructed for the Industrial Control Laboratory of the “Facultad de Mecánica” so the students and professionals could develop automation practices with HMI.

The objectives to be reached have been set out, and then are known the equipment technical characteristics and its functioning that are important for building up the automation modules with HMI.

Three important aspects were considered, ergonomic, stability and statics which are the basic conditions for building up the modules; there were also designed the control circuits, power security and power equipment devices which lately will be distributed and executed for the functioning of the modules.

All the equipments require a specific program for getting retated among each other and it will be used the STEP 7/Micro WIN software for PLC and the flexible WinCC software for operating the panel which was previously installed in the computer so then the program is transferred to the equipments through the communication interfaces.

With the practices developed at the beginning of the research the correct functioning of the modules was verified, some testing in the control circuit power and safety were carried out. Al last a manual for practices, a maintenance list, and security standards were developed for helping as a guide to the students in developing their practices and also for maintainning the equipments.

Practicioners are encouraged to conserve in perfect conditions all the equipments and use at maximun all the technology set in the modules.

## **CAPÍTULO I**

### **1. ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 Antecedentes**

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica cuenta con diferentes laboratorios, siendo estos de gran ayuda para los estudiantes permitiéndoles complementar y consolidar los fundamentos teóricos en conocimientos prácticos.

El laboratorio de CONTROL INDUSTRIAL, desde su creación se instaló para la realización de prácticas de los estudiantes, con el transcurso del tiempo los equipos y dispositivos van quedando descontinuados y desactualizados, al mismo tiempo van cumpliendo su vida útil.

Actualmente este laboratorio no está equipado con la tecnología moderna para la ejecución de las prácticas ya que no cuenta con equipo automatizado, que se necesita para complementar los conocimientos teóricos con los prácticos.

#### **1.2 Justificación**

El diseño y construcción de los módulos de automatización en el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica, permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y profesional en esta importante área del mantenimiento.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con equipos de automatización SIEMENS adquiridos por medio de la Facultad de Mecánica, que en la actualidad realiza una renovación tecnológica en talleres y laboratorios, por lo tanto se decide implementar los mismos en módulos de trabajo para la ejecución de las prácticas de los estudiantes.

Dado que la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no cuenta con los suficientes recursos para la construcción de los módulos y funcionamiento de los equipos SIEMENS en el laboratorio de Control Industrial, resulta conveniente que por medio de trabajos de investigación desarrollado por los estudiantes se implemente los módulos de automatización como aporte con la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, la Facultad de Mecánica y por ende la ESPOCH.

### **1.3     Objetivos**

#### **1.3.1   Objetivo general**

- Diseñar y construir dos módulos de automatización con pantallas táctiles para el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica.

#### **1.3.2   Objetivos específicos**

- Analizar el estado actual del laboratorio.
- Conocer los equipos adquiridos por la Facultad y los parámetros de funcionamiento.
- Seleccionar los diferentes dispositivos necesarios para el diseño y construcción de los circuitos eléctricos de los módulos de automatización.
- Determinar la distribución adecuada de los equipos, dispositivos y cableado del sistema en los módulos.
- Realizar el diseño e instalación de los sistemas de alimentación, mando, potencia y seguridad para los módulos.
- Realizar pruebas y verificar el correcto funcionamiento de los módulos.
- Elaborar un manual de prácticas de laboratorio.
- Elaborar el banco de tareas de mantenimiento y seguridad de los módulos automatizados.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Desarrollo de la automatización industrial**

En la actualidad en una economía de mercado globalizado, toda automatización tiene por objetivo ayudar a la competitividad del producto, ya sea directamente influyendo sobre los costos de producción y la calidad o indirectamente mejorando las condiciones de trabajo de las personas. La industria vive un proceso de modernización que trae consigo la automatización de sus procesos de producción. El uso de los controladores lógicos programables (PLC's) integrados a paneles operadores son herramientas que se conjugan para brindar soluciones integrales a estos procesos de automatización.

Hasta no hace mucho tiempo atrás el control de procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés.

Al operario, que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones y montaje, siendo para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

Los PLC's permiten implementar sistemas de control con mayores prestaciones a los controles tradicionales con relés que además pueden realizar diversas tareas de tratamiento de datos de los procesos sustituyendo de esta forma los circuitos tradicionales que ocupan mucho espacio, difíciles de modificar y con grandes necesidades de mantenimiento por un programa computacional flexible, seguro, confiable con un mantenimiento mínimo y a un costo muy bajo.

Los controladores lógicos programables han sido diseñados para ser utilizados en medios industriales bastante exigentes, en donde otra tecnología de control ha fracasado. La utilización de computadoras personales integrados con software de control y adquisición de datos han tenido un significativo aumento en los últimos tiempos debido a la necesidad de interactuar con los procesos de producción; el tener la información de las variables en tiempo real de los controladores lógicos programables en interfaces gráficas han dado como resultado que hoy se pueda interactuar libremente con la señales que



controlan estos equipos, cambiar y alterar los parámetros nominales de control, realizar análisis de producción en línea, generar reportes de producción para analizarlos y corregir cualquier cambio que altere los parámetros ideales del control.

El avance tecnológico ha permitido desarrollar PLC's compactos, de alta confiabilidad, fácil comunicación con un sistema supervisorio, fácil de programar y reprogramar en el lugar de trabajo, con los cuales se pueden desarrollar sistemas complejos de automatización a un bajo costo.

Por estas razones han diseñado módulos de entrenamiento y programación para la automatización industrial mediante PLC y panel operador que permitan dar una visión más clara y amigable de la utilización de las nuevas tecnologías existentes. Para las prácticas de automatización cada módulo didáctico dispone de:

Un PLC *SIMATIC S7-200* y un *TOUCH PANEL SIMATIC OP177B PN/DP* SIEMENS, el control sobre el proceso en sí lo tiene el autómatas programable PLC y el panel operador permite visualizar los procesos así como el operario puede realizar el control desde el panel operador.

## **2.2 Nuevas tendencias de la automatización industrial.**

Como todo proceso de evolución es casi imposible comprender plenamente el estado actual y las tendencias futuras si no se conoce su pasado. Lo que hoy se está viviendo en el área del control de procesos industriales es la consecuencia de la suma e interrelación de distintos eventos que fueron sucediendo de forma tal, que es probable que nadie haya pensado, en su momento, que pudieran tener vinculación.

Al técnico que se enfrente con la situación de ampliar o migrar hacia nuevas tecnologías (sistemas digitales de control) en plantas existentes (tendencia casi obligatoria para mantenerse en el mercado en forma competitiva), le será sumamente conveniente entender los principios y las aplicaciones de las tecnologías anteriores, presentes y futuras posibles, a fin de lograr un resultado óptimo.

El estado al que se arriba en el Control Industrial al día de hoy es la consecuencia de al menos tres procesos que se desarrollan en forma paralela:

- La evolución de la industria de producción.

- La evolución de la tecnología informática.
- La evolución del control automático.

## **2.2.1 La evolución de la industria de producción**

Como consecuencia de la revolución industrial se desarrollan dos tipos de industrias que podemos clasificar en:

### **2.2.1.1 Industrias manufactureras.**

Este tipo de industrias son aquellas en las que se producen en forma masiva unidades discretas idénticas, como son: la industria del automóvil, la fabricación de galletas, la de cacerolas, etc.

### **2.2.1.2 Industria de procesos continuos**

Aquellas en las que se elaboran productos "a granel", se caracterizan por tener importantes movimientos y almacenamientos de líquidos, gases, pastas y/o sólidos con eventuales cambios en sus condiciones fisicoquímicas. Son ejemplos de este tipo: la industria del petróleo, plantas de tratamiento, destilería, la industria química entre otros.

Por supuesto que esta clasificación no es absoluta, existiendo industrias manufactureras que son "continuas" de su proceso y viceversa, otras difíciles de clasificar en uno u otro lado. Entre tanto el proceso de automatización fue distinto para estos dos tipos de industria.

Las necesidades de diseño de las plantas obligaban a mantener las variables dentro de rangos determinados, en algunos casos en forma muy ajustada para obtener resultados adecuados.

El objetivo era el aumento de la eficiencia de las unidades operativas. Simultáneamente, las industrias manufactureras originaron largas cadenas de producción. A fin de mejorar rendimientos se buscó disminuir al máximo los tiempos muertos y manejar etapas en paralelo.

Hoy en las cadenas de producción totalmente robotizadas muestran el resultado alcanzado en la búsqueda del objetivo original (similar al de la industria de proceso): aumento de productividad–rendimiento, respuesta previsible y flexibilidad.

### **2.2.2 La evolución de la tecnología informática.**

La tecnología informática como hoy la conocemos también es consecuencia de una variada interrelación de fenómenos a través del tiempo.

Nuevas tecnologías, distintos sistemas operativos, nuevos elementos de interface con el hombre y de almacenamiento (compact disc, procesadores de voz, etc.) hacen prever un gran crecimiento con un futuro casi imposible de imaginar. Un gran desafío para las empresas, y los hombres que la integran, es poder seguir este impresionante proceso de cambio sin cometer errores, pero sin dejar de aprovechar las ventajas que estos cambios traen consigo.

### **2.2.3 La evolución del control automático.**

El control automático como hoy lo conocemos tiene su primer antecedente al menos así quedó registrado en la historia en el regulador de Watt.

Las primeras industrias realizaban el control de las variables en forma manual a través de operadores que visualizaban el estado del proceso a través de indicadores ubicados en las cañerías y/o recipientes y equipos.

El operador conocía el valor deseado de la variable a controlar y en función del error tomaba acciones correctivas sobre un elemento final de control (generalmente una válvula) a fin de minimizarlo. Esta descripción se ajusta a sus principios a lo que conocemos como lazo cerrado de control o lazo realimentado.

El control manual era por supuesto descentralizado. A medida que las plantas de producción crecieron y se tornaron más complejas se requirió cada vez más mano de obra. El primer intento de reemplazar al hombre en las tareas de control se realizó a través de elementos mecánicos. Mecanismos como las válvulas de control de nivel o flotante permitieron liberarse al hombre de dedicarse a estas tareas.

A medida que las plantas crecían, fue surgiendo la necesidad de tener más información en forma ordenada y accesible. Aparecieron entonces los primeros tableros de control, muchas veces ubicados cerca de los equipos de proceso y con frecuencia transportando la variable a medir hasta el indicador instalado en el panel. Esto no resolvió el problema del

manejo de toda la planta y traía ciertos riesgos como tener elementos a presión o riesgosos en los tableros requería cuidados especiales.

### **2.3 Los relés inteligentes (LOGO).**

Logo es un módulo lógico universal para la electrotecnia que permite solucionar las aplicaciones cotidianas como un confort decisivamente mayor y menos gastos. Mediante LOGO se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico por ejemplo: alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (ejemplo controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado de máquinas y procesos. Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla, con las 6 teclas que están situadas en su vista frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas, parámetros se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica.

La intensidad permanente en los bornes de salida varía según el modelo, siendo en todos los casos inferior a 10A, por lo tanto si el poder de corte que necesitamos es mayor, están disponibles contactores auxiliares, a 24 ó 230V, de hasta 25A. La programación se realiza en un lenguaje gráfico de puertas lógicas.

Las funciones básicas (*and*, *or*, *nand*, *nor*, etc.) son idénticas en todos los modelos. Las funciones especiales, como relojes, temporizadores y otros, están limitadas en alguno de los modelos de gama baja.

#### **2.3.1 Ventajas**

Resulta particularmente conveniente la aplicación de LOGO sobre todo en los casos siguientes:

- Cuando las funciones integradas en LOGO permiten prescindir de varios elementos conectores auxiliares.
- Cuando deseen evitarse los trabajos de cableado y montaje, aprovechando en vez de ello el cableado de LOGO.
- Cuando se desee reducir el espacio ocupado por los componentes en el armario de conexiones o la caja de distribución; a veces ya es suficiente un armario de conexiones/caja de distribución menor.
- Cuando se desee introducir o modificar funciones posteriormente sin tener que montar un equipo de conmutación adicional ni cambiar el cableado.

Existen 3 modos de funcionamiento:

- Modo programación. Para elaborar el programa.
- Modo RUN. Para poner en marcha el LOGO.
- Modo parametrización. Para modificar los parámetros de algunas de las funciones, tiempo, computo, relojes, etc.

El modo parametrización resulta muy interesante ya que permite al usuario realizar los ajustes de la instalación sin modificar el programa. El técnico, en modo programación, decidirá cuales son los parámetros que el usuario pueda cambiar.

Es decir que si desea que el tiempo de un temporizador no sea modificado, se puede configurar dicho bloque para que no esté disponible en la parametrización.

## **2.4 Los controladores lógicos programables (PLC)**

Un Controlador Lógico Programable es un dispositivo digital utilizado para el control de máquinas y operación de procesos. Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos (NEMA), se trata de un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como: lógica, secuencias, temporizado, conteo y aritmética; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

Los controladores lógicos programables son utilizados en donde se requieran equipos con capacidad de control lógico y/o secuencial. También pueden utilizarse en donde se debe implementar un control regulatorio sencillo. Aplicaciones típicas son: envasadoras,

inyectoras de plástico, plantas automotrices, sistemas de seguridad y encendido de hornos de proceso, transporte de materiales.

El controlador lógico programable no fue el primer equipo digital de aplicación para el control de procesos. Más bien, fue precedido por el uso de computadoras digitales para la supervisión de controladores electrónicos analógicos. Sin embargo, podemos afirmar que son los equipos que más amplia difusión han alcanzado, al punto que la gran mayoría de la plantas industriales cuenta con un controlador lógico programable, desde pequeñas unidades que manejan una docena de señales, hasta grandes equipos con grandes señales en complejas aplicaciones.

Originalmente los PLC's fueron esencialmente orientados a la industria manufacturera o de procesos discontinuos, como la fabricación de automóviles, industria del plástico, etc. Luego encontraron aplicación en la industria de procesos continuos, como equipo auxiliar que reemplazó a los paneles de relés, en el enclavamiento de bombas, válvulas on-off, control de seguridad de calderas entre otros.

Al ser complementado con manejo de señales analógicas y control regulatorio en el mismo equipo, los PLC's ampliaron su campo de acción en la industria de procesos continuos, para incluir el control de procesos *batch* de pequeña magnitud y baja criticidad. En esos casos desplazaron a equipos más costosos como los sistemas de Control Distribuido DCS, o a sistemas formados por instrumentos neumáticos o electrónicos analógicos y paneles de relés. Esto resulto particularmente cierto a partir de la combinación de PLC's, PCs y software para control de procesos, combinación que tuvo su origen a comienzos de la década de los 80's.

En lo que hace a la evolución del software de programación, los PLC's en su mayoría se continúan programando por medio de lógicas en escalera. Muchos fabricantes ofrecen al usuario otras posibilidades adecuadas a su requerimiento.

#### **2.4.1 Estructura de un PLC.**

Para poder interpretar la estructura de un PLC utilizaremos un sencillo diagrama en bloques. En la figura (2.1) se muestran las tres partes fundamentales: la unidad central de procesamiento (CPU), memoria y circuitos de entradas y salidas. La CPU controla y procesa todas las operaciones dentro del PLC.



**Figura 2.1:** Diagrama de bloques de los elementos básicos de un PLC.

#### **2.4.1.1 La unidad central de procesamiento (CPU)**

La unidad central de procesamiento (CPU) incluye: el procesador y el sistema de memoria, es en realidad el “cerebro” del controlador programable. Aquí son tomadas todas las decisiones para controlar una máquina o proceso.

##### ***El procesador***

La función principal del procesador es el control y gobierno de las actividades del PLC. El procesador realiza esta función por interpretación y ejecución del programa del sistema.

En operación el procesador examina continuamente el estado de todos los circuitos de entrada/salida y del programa contenido en la memoria; actualizando el nuevo estado de las salidas.

El proceso evalúa el programa en forma secuencial, paso por paso, ordena y repite la evaluación cíclicamente. El tiempo en que el procesador completa un ciclo de operación es llamado tiempo de exploración, “*Scan Time*”, durante un “*Scan*”, todas las entradas son leídas, la lógica es resuelta y las salidas son generadas.

Basado en cada inspección, el procesador puede iniciar una o más acciones de control, dependiendo de las condiciones de las entradas y salidas. Las inspecciones tienen por objeto establecer si las entradas y salidas han actuado.

Estas acciones establecen un lazo de control entre las señales de entrada tales como: interruptores, finales de carrera, pulsadores, sensores, y las salidas como: relés y transistores.

La exploración de entradas y salidas implica la lectura de todas las entradas y la actualización de todas las salidas. La exploración del programa en memoria implica la ejecución, paso a paso, de todas las instrucciones dadas en el programa del usuario y en el orden en que éstas han sido ingresadas.

- ***La Memoria.***

El sistema de memoria de un controlador lógico programable es básicamente un arreglo de bits accesibles aleatoriamente, cada uno de los cuales es identificado por una única dirección. El módulo de memoria contiene el programa del usuario y la tabla de datos de cada una de las instrucciones ingresadas en dicho programa.

Cada palabra de memoria usada por el programa de control debe contener la dirección y el código de operación.

La cantidad de memoria requerida para una aplicación es una función de la longitud del programa y del número de entradas y salidas involucradas. En forma aproximada, la cantidad de memoria requerida, se obtiene multiplicando el número de instrucciones por el número de palabras utilizadas por cada instrucción.

Los tipos de memorias encontrados actualmente en el PLC pueden ser:

- Memoria sólo de lectura (Read Only Memory (ROM)): ROM, PROM, EPROM, EEPROM.
- Memoria de lectura-escritura (Read Write Memory (R/W)): CMOS, RAM, CORE.

Frecuentemente, la memoria utilizada en los PLC's es un complementary metal oxide semiconductor (CMOS), una CMOS – RAM (random acces memory).

Esta es una memoria basada en un circuito integrado que permite grabar el programa y modificarlo siempre que sea necesario. El acceso es aleatorio, es decir que cualquier orden y número de veces se requiera, para acceder no se necesita una secuencia pre establecida.

***La memoria RAM.-*** Tiene la desventaja de que todo su contenido se pierde o se borra si falta la fuente de energía. Sin embargo, la memoria puede ser protegida de pérdidas usando



un condensador o batería de respaldo, pudiendo ser esta última tipo alcalina, o de litio para caso de largos periodos de desenergización del PLC.

**La memoria tipo "CORE".-** Es otra del tipo de lectura–escritura pero a diferencia del tipo de memoria de semiconductor, el programa es almacenado en un dominio magnético de la memoria y permanece hasta que la información sea reprogramada.

**La memoria PROM.-** Es otra muy utilizada, ésta retiene automáticamente la información durante una falla de energía sin necesidad de una batería de respaldo. Un inconveniente de esta memoria es que la información almacenada no puede ser borrada fácilmente.

**La memoria EPROM.-** Permite que los datos puedan ser cambiados con relativa facilidad. La memoria EPROM puede ser reprogramada y guardar su información por largos periodos sin necesidad de batería de respaldo. El contenido de este tipo de memoria puede ser borrado por exposición a una fuente intensa de luz ultravioleta.

**La memoria EEPROM.-** Es otra memoria no volátil muy conocida, ésta puede ser borrada eléctricamente y reprogramarse con facilidad.

#### **2.4.1.2 Circuitos de entradas y salidas**

Las **entradas** (interfaces o adaptadores de entrada) se encargan de adaptar señales provenientes de campo a niveles que la CPU pueda interpretar como información.

Las señales de campo pueden implicar niveles y tipo de señal eléctrica diferentes a los que maneja la CPU. En forma similar, las **salidas** (interfaces o adaptadores de salida) comandan dispositivos de campo en función de la información enviada por la CPU.

La CPU se comunica con las interfaces de **entrada/salida** por medio de un bus paralelo, que incluye un bus de datos y un bus de direcciones. Adicionalmente, un bus de alimentación provee alimentación eléctrica a las interfaces de entrada/salida.

A las entradas se conectan sensores, que pueden ser: pulsadores, llaves, termóstatos, presóstatos, límites de carrera, sensores de proximidad y otros elementos que generan señales binarias (on-off).

Las salidas comandan distintos equipos, por ejemplo: lámparas, sirenas y bocinas, contactores de mando de motores, válvulas solenoide, otros elementos comandados por señales binarias.

#### **2.4.2 Ventajas del uso de los PLC's**

Los controladores lógicos programables ofrecen un número considerable de beneficios para su aplicación dentro de la industria. Estos beneficios, traducidos a valores económicos, podrían exceder el costo del sistema PLC que debe ser considerado cuando se selecciona un dispositivo de control industria.

Como ventaja de la utilización de PLC's, comparados a otros dispositivos de control de aplicación industrial, se puede citar:

- Menor espacio ocupado.
- Menor potencia eléctrica requerida.
- Son reutilizados.
- Programable, si ocurren cambios en los condicionantes.
- Mayor confiabilidad.
- Facilidad de mantenimiento.
- Mayor flexibilidad, satisfaciendo el mayor número de aplicaciones.
- Permite la interface con microcomputadores y computadores.
- Proyecto de sistema más rápido.

#### **2.4.3 Aplicaciones del los PLC's**

Una lista de aplicaciones típicas de los controladores programables, podría ocupar mucho espacio en papel, sin embargo, para ilustrar una larga aceptación de los PLC's, en casi toda las ramas de la industria se citan las siguientes aplicaciones ya en funcionamiento.

- Máquinas industriales: Toda y cualquier tipo de máquina cae dentro de las aplicaciones de los PLC's, para su mando. Máquinas motrices, inyectoras de plástico, máquinas textiles y otras que puedan tener tareas de secuenciamiento, inserción de piezas, posicionamiento continuo y temporizado comandos por PLC's.

- Equipamientos industriales para diferentes procesos, tales como: siderúrgica, papel, neumáticos, hornos.
- Equipamientos para control de energía: control de demanda y supervisión de energía, vía microcomputador y otros sistemas.
- Control de sistemas robóticos manipuladores.

## 2.5 Interfaz Hombre - Máquina (HMI).

El aumento de las capas de los procesos y las mayores exigencias de funcionalidad a las máquinas y a las instalaciones, hacen imprescindible una máxima transparencia. La interfaz hombre-máquina (HMI) ofrece esta transparencia.

Un sistema HMI representa la interfaz entre el hombre (operador) y el proceso (máquina/instalación). El autómatas posee el verdadero control sobre el proceso, por lo tanto existe una interfaz entre el operador y *WinCC flexible* (en el panel de operador) y una interfaz entre *WinCC flexible* y el autómatas. Un sistema HMI se encarga de:

**Representar procesos.-** El proceso se representa en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.

**Manejar procesos.-** El operador puede manejar el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar un valor teórico para el autómatas o iniciar un motor.

**Emitir avisos.-** Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).

**Archivar valores de proceso y avisos.-** El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos de producción.

**Documentar valores de proceso y avisos.-** El sistema HMI permite visualizar avisos y valores de proceso en informes. De este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.

**Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina.-** El sistema HMI permite almacenar los parámetros de proceso y de máquina en "Recetas". Dichos parámetros se pueden transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómatas en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

- Con WinCC se visualiza el proceso y se programa la interfaz gráfica de usuario para el operador.
- WinCC permite que el operador observe el proceso, para lo cual el proceso es visualizado gráficamente en la pantalla. En cuanto cambia un estado en el proceso se actualiza la visualización.
- WinCC permite que el operador maneje el proceso; así, desde la interfaz gráfica de usuario él puede, abrir una válvula, etc.

## **2.6 Pantallas táctiles.**

Una pantalla táctil es un dispositivo que mediante un contacto directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al controlador del mismo. Este contacto también puede ser realizado con un lápiz u otros punteros similares. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando la información de proceso, datos e imágenes que se requiera en el mismo.

### **2.6.1 Tipos de paneles táctiles**

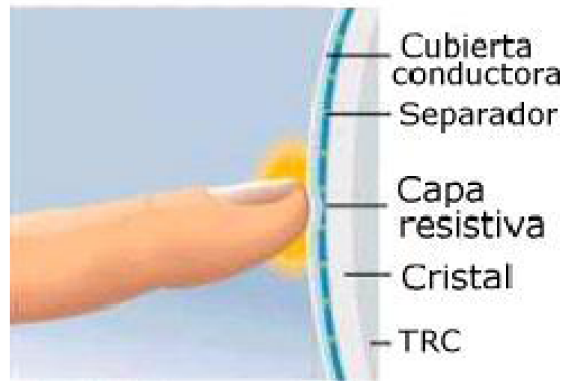
Los paneles táctiles que existen están basados en las siguientes tecnologías:

- Tecnología de Pantalla resistiva.
- Tecnología de pantalla infrarroja.
- Tecnología de pantalla capacitiva.

De las cuales se dará una referencia de la pantalla resistiva por ser la tecnología usada por la pantalla OP 177B.

### **2.6.2 Tecnología de pantalla resistiva**

La pantalla táctil propiamente dicha está formada por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica, y con una separación entre las dos capas.



**Figura 2.2:** Panel táctil tecnología resistiva

Cuando se toca la capa exterior se produce un contacto entre las dos capas conductoras. Un sistema electrónico detecta el contacto y midiendo la resistencia puede calcular el punto de contacto.

Hay varios tipos de pantallas resistivas según el número de hilos conductores que usan, cuatro u ocho. Todos se basan en el mismo sistema.

Las pantallas táctiles resistivas tienen la ventaja de que pueden ser usadas con casi cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc., excepto elementos corto punzante, tales como cuchillas y navajas.

Son económicas, fiables y versátiles, mientras que al usar varias capas de material transparente sobre la propia pantalla, se pierde bastante luminosidad, y el tratamiento conductor de la pantalla táctil es sensible a la luz ultravioleta, de tal forma que con el tiempo se degrada y pierde flexibilidad y transparencia.

En esta ocasión SIEMENS nos proporcionan los siguientes equipos:

- ***SIMATIC Push Button Panels***

Los Push Button Panels (PP) son la alternativa innovadora a los paneles de mando con pulsadores cableados de forma convencional.

- ***SIMATIC Micro Panels***

Desarrollados a medida para aplicaciones con micro-PLC SIMATIC S7-200, ya sea con visualizador de textos (TD) o con pantalla gráfica, como paneles de operador (OP) con teclado de membrana o pantalla táctil (TP).

- ***SIMATIC Mobile Panels***

Los paneles móviles permiten manejar y visualizar en el punto donde ocurre todo y con acceso directo y contacto visual con el proceso. Ofrecen la posibilidad de cambiar las conexiones de manera fácil y segura durante el funcionamiento (Mobile Panel 177 y Mobile Panel 277) o bien la libertad de un entorno sin cables

- ***SIMATIC Basic Panels***

Los Basic Panels tienen funciones HMI básicas para máquinas e instalaciones pequeñas. Se encuentran disponibles cuatro tamaños de pantalla táctil distintos de 4 a 15 pulgadas con teclas adicionales para la conexión a PROFINET/Ethernet o PROFIBUS DP/MPI.

- ***SIMATIC Panels***

Panels de la serie 70/170/270, con pantalla gráfica en 4" ó 6" para una visualización real de los procesos. Se ofrecen en versión táctil (TP), con pantalla sensible al contacto, o bien como paneles de operador (OP), con teclado de membrana, o bien como combinación táctil/teclas como es el caso del OP 177B de 6" ó el TP 177B de 4".

- ***SIMATIC Multi Panels***

Serie 170/270/370, tanto en la variante con pantalla táctil como con teclado de membrana, pueden utilizarse como los paneles convencionales para manejo y visualización. Además, los Multi Panels (MP) ofrecen la posibilidad de instalar otras aplicaciones, permitiendo así, por ejemplo con el PLC en software WinAC MP, integrar en una misma plataforma varias tareas de automatización.

## **2.7 Medios de comunicación (cables)**

### **2.7.1 Introducción**

Los procesos industriales en la actualidad son parte de una estructura organizada que se encuentra cimentada sobre una columna formada por redes de comunicación, estas son las encargadas del transporte de información desde cualquier elemento de esta estructura con el fin de efectuar acciones de control de manera rápida.

El objetivo de toda transmisión de datos es el de transferir información entre dos o más unidades. Por regla general, se suelen enviar caracteres (texto o cifras) y/o instrucciones (comandos).

El nivel de lenguaje más sencillo del ordenador es el de caracteres binarios donde cada carácter está compuesto por siete u ocho, unos o ceros.

Los ordenadores manejan caracteres binarios, llamado unos y ceros. Cada uno de estos caracteres se llama bit. Al combinar varios bits, se puede construir un código binario; el código más común ASCII, contiene 128 caracteres cada uno de ellos compuesto de 7 bits.

Toda comunicación ocurre a este nivel, tanto en el interior del ordenador, como en el exterior con otras unidades. En el interior, la comunicación es simple, pero tan pronto como se trata de comunicar con unidades externas, se tienen que sincronizar y controlar toda una serie de factores para que la transmisión de datos pueda darse correctamente.

Entonces un cierto número de funciones deben ser ejecutadas para intercambiar datos entre dos aparatos sin error, pérdida o duplicación.

- Organizar datos en bloques antes de transmitirlos secuencialmente.
- Sincronizar el transmisor y receptor.
- Detectar errores de transmisión y si es posible recuperar la información dañada.
- Identificar los aparatos que están comunicándose.
- Control de flujo de transmisión.

Estas funciones forman las bases de todos los protocolos de vinculación y justifican las características de transmisión.

### **2.7.2 Interfaces de comunicación**

En este apartado vamos a analizar los aspectos relacionados a la comunicación, para ello es necesario definir el esquema de comunicación maestro-esclavo.

La diferencia básica entre el maestro y los esclavos es que el maestro inicia las comunicaciones. Los esclavos sólo envían mensajes cuando el maestro así se los solicita.

No es suficiente con ponerse de acuerdo sobre cómo ha de ser las señales y cómo se han de transformar y enviar. La etapa siguiente consiste en ponerse de acuerdo sobre la

forma de conectores, sobre los niveles de tensión que deberán manejar, lo que se conoce como el interfaz físico o eléctrico. Además, existe también el interfaz lógico, que define lo que significa cada señal.

Un **protocolo** regula el orden y la sincronización de las señales, como se inicia la comunicación, como se termina, a quien le toca emitir o recibir, cómo se confirma la recepción del mensaje, etc.

El **interfaz físico** define la manera de conectar el equipo, y entre otras cosas, el diseño de los conectores. El **interfaz eléctrico** define los niveles eléctricos y lo que éstos significa (unos y ceros).

#### **2.7.2.1 Interfaz estándar RS-485**

Estas normas son completamente diferentes de las normas RS-232 porque éstas definen un modo de transmisión diferencial.

Cada señal de datos es transmitida a través de dos cables, y no tiene referencia a tierra, pero es presentada como una señal diferencial en las salidas de transmisión y en las entradas de recepción. La norma RS-485 es una extensión de la norma conocida como RS-422, la cual permite interfaz multipunto así como punto a punto.

Esta interfaz asegura buena ejecución distancia/velocidad, una configuración de bajo costo, que permite a cualquier suscriptor ser desconectado sin perturbar la red.

Alguna de sus características es:

- Velocidad de transmisión de 9.6 Kbit/seg. a 12 Mbit/seg. Se seleccionará una para todos los dispositivos.
- Conexión máxima de 32 estaciones repetidor (127 con repetidor).
- Longitud máxima del cable dependiente de la velocidad de transmisión, (kbit/seg.) 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500, 1500, 2000. Distancia 1200 m 1200 m. 1200 m. 1000 m. 400 m. 200 m. 100 m, respectivamente.

#### **2.7.3 Acoplamiento y protocolos de comunicación**

Una vez definida la conexión física para poder transferir información entre los dispositivos o sistemas, debe existir un formato para los datos y una estrategia de



sincronización de cómo se envía y recepta los mensajes, incluyendo la detección y corrección de los errores. En un enlace de datos se presenta bloques que cumplen diferentes funciones.

#### **2.7.3.1 Intercambio de datos**

Para las funciones de observación y manejo es imprescindible que el panel de operador esté acoplado a un autómata. El intercambio de datos entre el panel de operador y el autómata se regula mediante un protocolo específico del acoplamiento. Cada acoplamiento requiere un protocolo propio.

#### **2.7.3.2 Criterios para elegir el acoplamiento**

Los criterios para elegir el acoplamiento entre el panel de operador y el autómata son, entre otros:

- Tipo de autómata.
- CPU en el autómata.
- Tipo de panel de operador.
- Cantidad de paneles de operador por autómata.
- Estructura y sistemas de bus empleado de una instalación existente.
- Necesidades de componentes adicionales.

#### **2.7.3.3 Protocolos**

La transferencia ordenada de información en un enlace de comunicación se logra por medio de un protocolo de Comunicación.

El protocolo constituye el conjunto de reglas y convenciones entre entes comunicantes, define los detalles y especificaciones técnicas del lenguaje de comunicación entre los equipos.

El objetivo es establecer una conexión, identificando el emisor y el receptor, asegurando que todos los mensajes se transfieran correctamente y controlando toda la transferencia de datos que permiten el enlace de datos.

Los modos de operación, la estructura de los mensajes, los tipos de solicitudes y respuesta, constituyen las diferentes piezas constructivas de un protocolo,

Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores, a continuación en la tabla 2.1 se muestra los diferentes tipos de protocolos para los autómatas siguientes:

**TABLA 2.1:** PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DEPENDIENDO DEL AUTÓMATA.

<b>Autómata</b>	<b>Protocolo</b>
SIMATIC S7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPI</li> <li>• MPI</li> <li>• PROFIBUS</li> <li>• ETHERNET</li> </ul>
SIMATIC S5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AS 511</li> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
SIMATIC 500/505	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NITP</li> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
Protocolo SIMATIC HMI HTTP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP / HTTPS (Ethernet)</li> </ul>
SIMOTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
Allen- Bradley	<p>Gamas de autómatas SLC 500, SLC 501, SLC 502, SLC 503, SLC 504, SLC 505, Micrologix y PLC 5/11, PLC 5/20, PLC 5/30, PLC 5/40, PLC 5/60, PLC 5/80.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DF</li> <li>• DH + mediante DF1</li> <li>• DH485 mediante DF1</li> <li>• DH485</li> </ul>
<i>GE Fanuc Automation</i>	<p>Gamas de autómatas 90–, 9090</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNP</li> </ul>
<i>LG Industrial Systems (Lucky Goldstar) / IMO</i>	<p>Gama de autómatas GLOFA GM (GM4, GM6 y GM7) / series G4, G6 y G7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dedicated communication.</li> </ul>
<i>Mitsubishi Electric</i>	<p>Gamas de autómatas MELSEC FX y MELSEC FX0</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FX.</li> </ul>
<i>Mitsubishi Electric</i>	<p>Gamas de autómatas MELSEC FX0, FX1n, FX2n, AnA, AnN, AnS, AnU, QnA y QnAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo 4.</li> </ul>
OMRON	<p>Gamas de autómatas SYSMAC C, SYSMAC CV, SYSMAC CS1, SYSMAC alpha y CP</p>
<i>Schneider Automation (Modicon)</i>	<p>Gamas de autómatas Modicon 984, TSX Quantum y TSX Compact</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MODBUS RTU.</li> </ul>

**Fuente:** SIMATIC HMI WinCC flexible Comunicación Parte 1

## 2.7.4 Comunicación entre el panel de operador y el autómatas

Los paneles de operador se pueden comunicar al autómatas programable a través de diversas redes. Las redes dependen del módulo utilizado. La comunicación se puede efectuar a través de las siguientes redes que se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 2.2:** REDES DE COMUNICACIÓN DEPENDIENDO DEL AUTÓMATAS

<b>Autómatas</b>	<b>Módulos</b>	<b>Red</b>	<b>Perfil</b>
<i>SIMATIC S7-200</i>	CPU	PPI	PPI
		MPI	MPI
	CPU con interfaz <i>PROFIBUS-DP</i> o CP <i>PROFIBUS</i>	<i>PROFIBUS</i>	<i>PROFIBUS-DP</i> (Estándar), Universal
	CP 243-1	<i>Ethernet</i>	MPI
<i>SIMATIC S7-300/400</i>	CPU FM apto para la comunicación	MPI	MPI
	CPU con interfaz <i>PROFIBUS-DP</i> o CP <i>PROFIBUS</i>	<i>PROFIBUS</i>	<i>PROFIBUS-DP</i> Estándar, Universal
<i>SIMATIC S7-300</i>	CP 343-1	<i>Ethernet</i>	TCP/IP ISO1)
<i>SIMATIC S7-400</i>	CP 443-1	<i>Ethernet</i>	TCP/IP ISO1)

**Fuente:** SIMATIC HMI WinCC flexible Comunicación Parte 1

### 2.7.4.1 Principio de comunicación

El panel de operador y los autómatas *SIMATIC S7* se comunican a través de.

- ✓ Variables.
- ✓ Áreas de datos de usuario.
- ✓ Redes.

- ***Comunicación a través de variables***

Las variables se gestionan centralmente en el editor “Variables” de WinCC Flexible. Hay variables externas e internas. Para la comunicación se utiliza las variables externas.

Una variable externa es la imagen de una posición de memoria definida en el autómatas. Es posible acceder con derechos de lectura y escritura a esta posición de

memoria tanto desde el panel de operador como desde el autómata. Los accesos de lectura y escritura pueden efectuarse de forma cíclica o controlada por eventos.

El panel operador lee y muestra el valor de la dirección indicada. El operador también puede introducir un valor en el panel. Este valor se escribe luego en la dirección en el autómata.

- ***Comunicación a través de áreas de datos de usuario***

Las áreas de datos de usuario (o punteros de áreas) sirven para intercambiar datos especiales de determinadas áreas de datos. Los punteros de área son campos de parámetros de los que *WinCC Flexible Runtime* obtiene información sobre la posición y el tamaño de las áreas de datos del autómata. El autómata y el panel de operador escriben y leen en dichas áreas durante la comunicación. Evaluando los datos aquí almacenados, el autómata y el panel de operador ejecutan acciones fijamente definidas.

*WinCC Flexible* utiliza los siguientes punteros de áreas:

- Orden de control.
  - Identificador del proyecto.
  - Número de imagen.
  - Registro.
  - Fecha y Hora.
  - Fecha y Hora del autómata.
  - Coordinación.
  - Los punteros de área disponibles dependen del panel operador utilizado.
- ***Comunicación a través de redes.***

*WinCC Flexible* ofrece diversas redes para la comunicación entre el panel de operador y los autómatas *SIMATIC S7*. Las siguientes redes se pueden utilizar para la comunicación con *WinCC Flexible*:

- PPI (*Point to Point Interface*).
- MPI (*Multi Point Interface*).
- PROFIBUS (*Process Field Bus*).
- ETHERNET.

En las redes *Ethernet*, la conexión se efectúa a través de un procesador de comunicaciones (CP) o una CPU de los autómatas *SIMATIC S7*. En las demás redes, la conexión se puede realizar a través de la interfaz MPI/PROFIBUS de la CPU.

**Red PPI.-** La comunicación PPI sólo es posible con un autómata *SIMATIC S7-200*. Una conexión PPI es un enlace punto a punto. El panel de operador es el maestro y el autómata *SIMATIC S7-200* actúa de esclavo.

Al panel de operador puede conectarse como máximo un autómata *SIMATIC S7-200*. El panel de operador se conecta a través del puerto serie de la CPU. A un autómata *SIMATIC S7-200* sólo puede establecer un enlace a la vez.

**Red MPI.-** El panel de operador se conecta a la interfaz MPI del autómata *SIMATIC S7*. Es posible conectar varios paneles de operador a un autómata *SIMATIC S7*, así como varios autómatas *SIMATIC S7* a un panel de operador. El número máximo de interlocutores que se pueden conectar a un panel de operador depende de éste último.

**Red PROFIBUS.-** Un panel de operador se puede conectar a una red *PROFIBUS* a módulos *S7* equipados a una interfaz *PROFIBUS* o *PROFIBUS-DP* integrada. Es posible conectar varios paneles de operador a un autómata *SIMATIC S7*, así como varios autómatas *SIMATIC S7* a un panel de operador. El número máximo de interlocutores que se pueden conectar a un panel de operador depende de éste último.

**Red Ethernet.-** *WinCC Flexible* puede conectarse a una red *Ethernet* con todos los módulos *S7* incorporados a la misma vía una interfaz *Ethernet* integrada, o bien mediante un procesador de comunicaciones (CP). Es posible conectar varios paneles de operador a un autómata *SIMATIC S7*, así como varios autómatas *SIMATIC S7* a un panel de operador. El número máximo de interlocutores que se pueden conectar a un panel de operador depende de éste último.

## 2.8 Software

*WinCC Flexible*, provee una visión integrada simple de todo control de recursos de información. *WinCC Flexible* permite a los ingenieros, supervisores, administradores y operadores visualizar e interactuar con el trabajo de operación completa, mediante representaciones gráficas de los procesos de producción.

Dentro de sus características de funcionamiento se destaca la facilidad que brinda para configurar las aplicaciones. Los objetos y grupos de objetos pueden ser movidos, darles tamaño y animados rápidamente. Herramientas poderosas para diseño orientado a objetos que hacen fácil dibujar, arreglar, alinear, duplicar y combinar los objetos.

Para la programación del módulo de automatización requerimos de dos *software*.

- *WinCC Flexible* para la HMI.
- *SIMATIC STEP 7 Micro/Win* para el PLC

### **2.8.1 Software de WinCC Flexible para la HMI**

*WinCC flexible* es el *software* de la HMI para conceptos de automatización del ámbito industrial con proyección de futuro y una ingeniería sencilla y eficaz. *WinCC Flexible* reúne las siguientes ventajas:

- Sencillez.
- Claridad.
- Flexibilidad.

#### **2.8.1.1 Componentes de WinCC Flexible**

- ***WinCC Flexible Engineering System***

*WinCC Flexible Engineering System* es el *software* que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias. La edición de *WinCC Flexible* determina qué paneles de operador de la gama SIMATIC HMI se pueden configurar.

*WinCC Flexible* cubre el nivel de funciones que abarca desde los *Micro Panels* hasta la visualización en PC sencilla.

#### ***Principio de funcionamiento.***

Al crear un proyecto en *WinCC Flexible* o al abrir uno ya existente, aparece la estación de trabajo de *WinCC Flexible* en la pantalla del equipo de configuración. En la ventana de proyecto se representa la estructura del proyecto y se visualiza su estructura.

*WinCC Flexible* incluye un editor específico para cada tarea de configuración. Por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario de los paneles de operador se configura en el editor

“Imágenes”. Para configurar los avisos se emplea por ejemplo el editor “Avisos de bit”. Todos los datos de configuración que pertenecen a un mismo proyecto se almacenan en la base de datos del proyecto.

- ***WinCC Flexible Runtime***

*WinCC Flexible Runtime* es el *software* para visualizar procesos. En *Runtime*, el proyecto se ejecuta en modo de proceso.

***Principio de funcionamiento.***

En *Runtime*, el usuario puede controlar y visualizar el proceso. Las tareas más frecuentes son:

- La comunicación con los sistemas de automatización.
- La visualización de las imágenes en la pantalla.
- El control del proceso, por ejemplo, mediante entrada de valores de consigna o mediante apertura y cierre de válvulas.
- La grabación de los datos actuales de *Runtime*, como por ejemplo, los valores de proceso y los eventos de aviso.

## **2.8.2 Software par el SIMATIC S7- 200**

*STEP 7 Micro/Win* es el *software* para el autómatas *SIMATIC S7-200*. Este *software* constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con objeto de controlar la aplicación.

*STEP 7 Micro/Win* comprende tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. Incorpora diversas funciones que ayudan a comprobar y observar el programa a medida que éste se ejecuta en el S7-200, tales como marcadores, tablas de referencias cruzadas, edición de programas en modo *RUN*, seleccionar que el programa del S7-200 se ejecute uno o varios ciclos, así como forzar valores.

## **2.9 Dispositivos de protección**

Con el objeto de garantizar la seguridad del sistema en caso de producirse una anomalía como consecuencia de un funcionamiento incorrecto de la HMI o de cualquier

otro factor externo que afecta a éste, incorpore a los circuitos externos, es decir no a la HMI, medidas de seguridad. En caso contrario, pueden producirse accidentes de gravedad.

Los circuitos de control externos deben protegerse mediante circuitos de parada de emergencia, circuitos de bloqueo, circuitos de limitación y medidas de seguridad similares.

## **2.9.1 Circuitos de control externo**

### **2.9.1.1 Protección contra cortocircuitos**

En el circuito de protección contra cortocircuito el objetivo es garantizar la seguridad del sistema a consecuencia de un funcionamiento incorrecto de los equipos, dispositivos del módulo didáctico de automatización, conexiones incorrectas durante la realización de las prácticas etc. El dispositivo a proteger al módulo de automatización es el breaker automático que brinda las siguientes características:

- Diseño con protección contra contacto accidental.
- Diseño con limitación de energía que protege mejor durante el cortocircuito a los componentes instalados.
- Accesorio de fácil montaje en campo.
- Válido para tensiones de CA y CD en un sólo dispositivo.



**Figura 2.3:** Breaker automático.

### **2.9.1.2 Circuitos de parada de emergencia**

En el circuito de parada de emergencia, debe tener en cuenta ciertos factores, de los cuales se menciona a continuación.



- Cuando se pulsa una parada de emergencia, la máquina en cuestión no podrá ponerse en marcha al desenclavarla, sin pulsar un reset por el operario.
- Las paradas de emergencia deben ser activadas mediante un pulsador de tipo seta situado a pié de máquina, y si procede, en un punto del camino lógico de evacuación
- Deben ser de color rojo, rotulada con texto "parada de emergencia sobre fondo amarillo.
- Debe poseer un sistema de enclavamiento mecánico, de manera que para desenclavar es necesario girarla.

Se recomienda que la parada de emergencia se instale respetando los anteriores puntos, y que esta actúe cortando la alimentación de un relé en el cuadro de control, que se mantendrá siempre activo por auto-alimentación en estado normal, cuyo marchó es un pulsador de rearme de operario. Este relé cortará la alimentación de maniobra o estará en el primer lugar de las seguridades mediante un contacto NA del mismo, y señalizara el estado de parada de emergencia activada mediante un contacto NC.

Características del paro de emergencia.

- Acción de disparo con liberación de llave.
- Estilos de presionar-halar o desbloqueo por rotación.
- Iluminado o sin iluminación.
- Operadores de plástico o metálicos.
- Bloqueo de contacto de auto monitoreo NC.



**Figura 2.4:** Mando de paro de emergencia.

### **CAPÍTULO III**

#### **3. DISEÑO DEL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Cuando nos encontramos ante un proyecto de automatización, debe recordarse que todo el sistema de control es la herramienta utilizada para llevar a cabo las operaciones necesarias. Por lo tanto debe desarrollarse una definición exacta de las funciones que el sistema debe realizar, resulta económico en términos de tiempo y dinero tener una especificación correcta del funcionamiento del módulo y por ende un diseño del sistema más confiable.

El módulo didáctico contiene los componentes básicos y necesarios para el aprendizaje, manejo, adiestramiento y desarrollo de proyectos de automatización de procesos industriales con la utilización de Controladores Lógicos Programables (PLCs) y Pantallas Táctiles para el Interfaz Hombre Máquina (HMI), permitiendo una mejor comprensión y visualización de los conocimientos impartidos en el laboratorio.

El módulo permite la introducción de programas realizados en lenguaje de programación hacia el PLC y el Panel Operador y la comprobación del correcto funcionamiento del programa mediante la utilización de dispositivos tangibles conectados a las entradas y salidas tanto digitales como analógicas.

##### **3.1 Estructura del módulo de automatización industrial**

La estructura modular será el componente que sostiene al PLC, a la pantalla táctil y a los elementos del módulo didáctico que simulan entradas y salidas del PLC.

El módulo se dimensionará considerando los elementos y espacios de trabajo que intervendrán en el proyecto, para ello se analizan las dimensiones generales del tablero de control, el sitio designado para la pantalla táctil y el PLC, el área que será destinada para las entradas y salidas del PLC analógicas y digitales, la ubicación de los simuladores de señales y el material que se designarán para el mismo.

Se consideraran aspectos ergonómicos que nos ayudarán a la fácil y adecuada operación del módulo.

La estructura metálica será de ACERO INOXIDABLE AISI 430, por que tiene mejor

resistencia a la corrosión en todos los medios que los aceros inoxidable y en atmósfera rural y urbana no se oxida; en cambio, no es suficientemente inoxidable en atmósfera marina e industrial, por lo tanto en un ambiente externo donde se ubica el módulo didáctico este material es muy aceptable, este tipo de acero es brillante pero se realizará trabajos de pulido para dar una tonalidad agradable al acero y también para garantizar una superficie lisa.

Además estará diseñado de tal manera que permita modificar, corregir o implementar otros elementos de acuerdo a las necesidades y alcances que se necesite llegar con la estructura. Posteriormente se procederá al dimensionamiento y ubicación de todos los elementos que constituirán el presente proyecto, entre los equipos y dispositivos que estarán sujetos a ubicación y dimensionamiento se encuentra:

- Estructura modular
- Controlador Lógico Programable (PLC)
- Panel Operador
- Entradas y salidas del módulo
- Pulsadores y selectores

Dicho de otra manera, algunos de los parámetros que conformará el proyecto estará sujeto a datos obtenidos mediante el uso de manuales y tablas que nos permitirán seleccionar correctamente los elementos del proceso.

### **3.1.1 Dimensiones de la estructura modular**

Las dimensiones de la estructura deben ser determinadas a partir de las medidas de los equipos y dispositivos a utilizarse y la distribución física de los mismos teniendo en cuenta la ergonomía y la estética.

La estructura se construirá de acuerdo a las siguientes medidas:

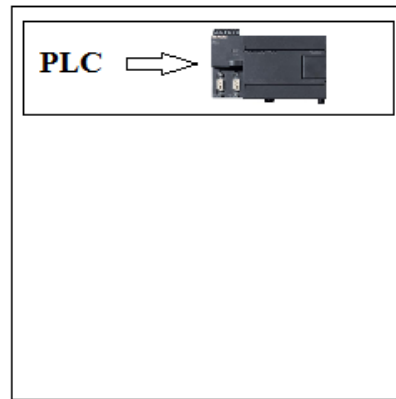
**TABLA 3.1: DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA MODULAR**

<b>Dimensiones</b>	<b>mm</b>
Alto(A)	700
Largo(B)	400
Ancho(C)	600

### 3.1.2 Ubicación del controlador lógico programable

El Controlador Lógico Programable (PLC) se le considera como principal elemento del módulo didáctico ya que éste permite la automatización de diferentes procesos industriales.

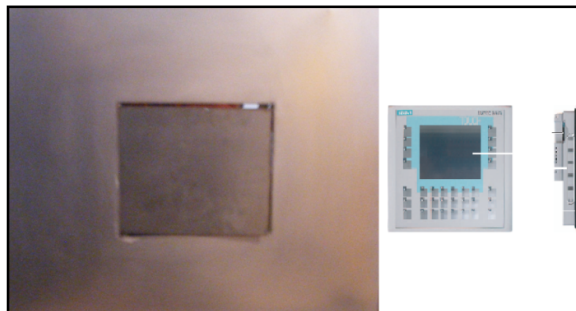
El PLC por ser el elemento principal se ubicará en la parte superior del módulo, esto facilitará una visualización clara del funcionamiento del autómata cuando esté en modo RUN o cuando el programa está funcionando.



**Figura 3.1:** Ubicación del PLC

### 3.1.3 Ubicación del panel operador

Para poder operar de manera didáctica la pantalla y visualizar los diferentes procesos que se hayan programado, es importante la ubicación correcta de la misma. Las interfaces gráficas de usuario nos permitirán visualizar los objetos que se están controlando, también las interfaces táctiles como el panel de control en una pantalla la cual nos permitirá activar y desactivar botones como si se accionara un control físico.



**Figura 3.2:** Espacio para ubicar el panel operador

Por lo tanto la pantalla táctil se le ubicará en el centro de la estructura modular, por lo que es necesario realizar la perforación de la estructura a las medidas del PANEL para luego realizar el montaje, en el capítulo siguiente hablaremos del montaje de los equipos y se detallarán las normas de seguridad y las consideraciones para el montaje del PANEL.

#### **3.1.4 Entradas y salidas del módulo**

Las entradas y salidas que se ubicarán en el módulo, representan las entradas y salidas que tiene el PLC, pueden ser estas digitales o analógicas, también el módulo dispondrá de entradas de señales abiertas (NO) y cerradas (NC) y conectores para el encendido de lámparas de señalización.

En el módulo a las entradas de 24 VCD del PLC se conectarán pulsadores normalmente abiertos y cerrados, además de borneras, que simulan señales digitales. En las borneras se pueden conectar dispositivos como: interruptores, finales de carrera, relés térmicos y varios sensores on/off, que emiten señales reales.

En el módulo a las salidas de 110VCA se pueden conectar leds indicadores, y también se pueden conectar diferentes dispositivos como: sirenas, bobinas, pistones neumáticos, motores, display, entre otros que funcionen a este voltaje.

#### **3.1.5 Ubicación de los pulsadores y selectores**

Los pulsadores y selectores que se utilizarán en el módulo son dispositivos de mando que simulan entradas digitales de 24 VCD hacia el PLC.

Las entradas digitales serán distribuidas en el espacio físico inferior del módulo, con el fin de tener facilidad de operación y manipulación y también por tener estética en la distribución.

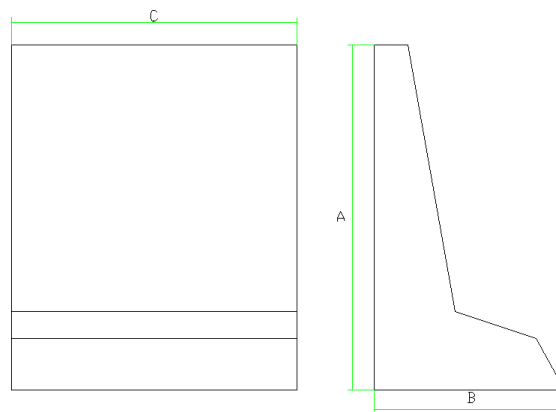
### **3.2 Consideraciones básicas para el diseño**

Básicamente el diseño del módulo de automatización industrial debe cumplir con los requerimientos didácticos por ser un módulo de prácticas para los estudiantes y profesionales de control y automatización industrial, para su diseño y forma que tendrá el módulo nos basamos fundamentalmente en la tabla de alternativas y criterios de selección para la forma de la estructura modular.

**TABLA 3.2: ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA FORMA DE LA ESTRUCTURA MODULAR**

Alternativas	Criterios de selección
Horizontal	Estética
Vertical	Estabilidad
Rampa	Ergonomía

Por tratarse de un módulo de entrenamiento para prácticas de automatización, se selecciona la ergonomía como parte primordial y se concluye que el módulo didáctico del presente proyecto tendrá una forma tipo rampa, debido a que con dicha forma se ajusta a los requerimientos didácticos, esta estructura modular se observa en la siguiente figura.



**Figura 3.3:** Bosquejo general de la estructura modular tipo rampa

### 3.2.1 Construcción de la estructura modular

La estructura modular se construirá a partir de las medidas que se indicaron en la tabla 3.1, donde se establecen las medidas del módulo.

Cabe mencionar que para la distribución física de los equipos y dispositivos se considera diferentes áreas que están establecidas en la tabla 3.3.

A continuación se detallan las operaciones y actividades a realizar:

**Cortar la plancha de acero inoxidable.** Esta operación consiste en realizar cortes a la plancha de acero inoxidable mediante una cizalla electrohidráulica, según las medidas especificadas en los planos. Para realizar el corte donde se ubica la pantalla táctil, utilizamos una cortadora plasma que permite realizar cortes perfectos y en forma de un cuadrado.

**Doblado de las planchas de acero inoxidable.** Consiste en realizar los dobleces a las planchas de acero mediante una dobladora, a la medida que se especifica en la tabla 3.3

**Soldar los elementos.** Esta operación consiste en soldar los elementos que constituyen el módulo dándole estabilidad y forma, utilizando una soldadora MIC. Se soldaran básicamente las placas frontales con las tapas laterales.

**Esmerilado.** Consiste en retirar las sobre montas con una esmeriladora angular, que no son más que el exceso de material de aporte que queda luego del proceso de soldar.

**Taladrado.** El taladrado se realiza para la ubicación y sujeción de los conectores y pulsadores, también se realiza principalmente en las tapas posterior e inferior para sujetar con tornillos a la estructura y poder montar y desmontar con facilidad para realizar el cableado internamente, realizar conexiones en la pantalla y para dar mantenimiento.

**Atornillado.** Para sujetar las tapas posterior e inferior, se procede a realizar la rosca mediante un machuelo en la estructura, para luego sujetar con tornillos.

**Pulido.** Para tener un acabado excelente en la estructura y tener una buena apariencia externa se realiza el pulido de la superficie con una lijadora orbital.

**TABLA 3.3: ÁREAS PARA LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LOS ELEMENTOS**

AREA	DIMENSIONES(mm)	ORIGEN
AUTOMATIZACION	600x550	Corte, doblado, soldado, esmerilado, pulido
CONECTORES	600x180	Corte, doblado, soldado, esmerilado, taladrado, pulido
SIMULADORES	600x115	Corte, doblado, soldado, esmerilado, taladrado, pulido
SOPORTES LATERALES	700x400	Corte, doblado, soldado, esmerilado, pulido
TAPA POSTERIOR	700x600	Corte, doblado, taladrado, atornillado, pulido
TAPA INFERIOR	600x400	Corte, taladrado, atornillado, pulido

Finalmente el módulo es construido con las medidas totales y considerando las diferentes áreas, se puede observar en la figura 3.4 que se presenta a continuación.

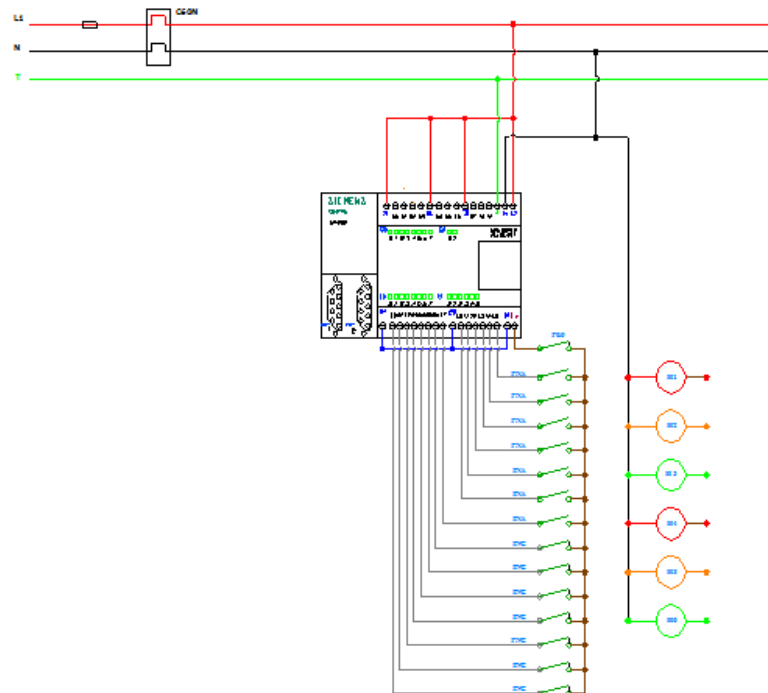


**Figura 3.4.** Estructura modular

### 3.3 Diseño del circuito de mando

Siempre que se desarrolla un proyecto de automatización se debe llevar una secuencia lógica de ejecución del proyecto. Uno de ellos es la esquematización eléctrica de sus componentes para ello es indispensable que el proyectista desarrolle todo el conexionado eléctrico de los elementos que van a estar involucrados en el sistema de control.

El diseño del circuito de mando se muestra en la figura 3.5.



**Figura 3.5:** Diseño del circuito de mando

Para el diseño del circuito de mando se considera que para todas las entradas del PLC se les conectarán una señal de entrada, sea esta con pulsadores normalmente abiertos (NO)



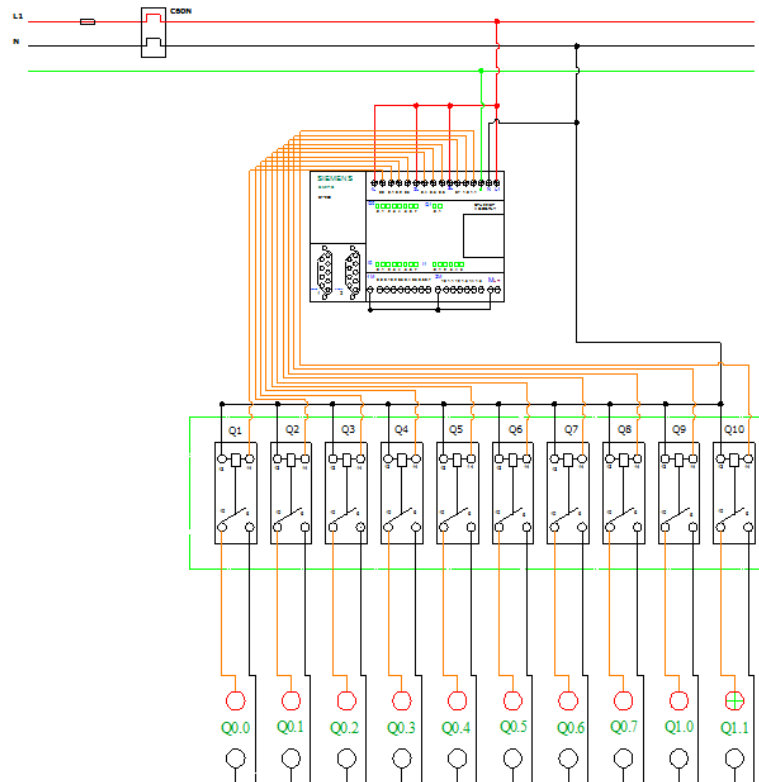
o normalmente cerrados (NC), o se conectarán selectores, o cualquier señal que de un estado de on/off, encendido/apagado, 0/1; es decir una señal digital.

El diseño de este circuito por lo tanto consiste en la conexión de todas las entradas del PLC que se designan como I0.0 hasta I1.5.

### 3.4 Diseño del circuito de potencia

Para el diseño del circuito de potencia se considera que para todas las salidas del PLC que son de 110 VCA se le conectará un relé, este dispositivo servirá como medio de protección para el PLC, debido a que los estudiantes no tienen experiencia en la utilización del módulo, estará sujeto a manipulación indebida que puede provocar daños físicos de consideración. En el diseño se ha considerado que más económico resulta cambiar un relé si éste se avería, que cambiar el PLC completo.

El diseño del circuito de potencia se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.6:** Diseño del circuito de potencia

Por lo tanto el terminal de la bobina del relé se alimenta directamente del Neutro y para cerrar el circuito y alimentar la bobina, el otro terminal estará conectado a una salida

del PLC que se representa como Q0.0, y así sucesivamente se conectarán las diez salidas del PLC, Q0.0 hasta Q1.1.

A los conectores tendremos salidas del relé, es decir un contacto normalmente abierto que en si representa cada salida del PLC, donde se podrán conectar mediante cables bananas los diferentes actuadores que se utilizarán en los procesos industriales.

El diseño de este circuito por lo tanto consiste en la conexión de todas las salidas del PLC a las bobinas de los relés y de los contactos de los relés a los conectores o jacks y se designan como Q0.0 hasta Q1.1

## **CAPÍTULO IV**

### **4. MONTAJE DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS EN EL TABLERO**

En la ejecución de un proyecto, antes de llevarlo a cabo es elemental estar de acuerdo con el diseño que se realizó anteriormente para consecuentemente efectuar el montaje de todos los equipos, elementos y dispositivos que se requieran para la elaboración del mismo. El diseño del módulo, la selección, distribución y montaje de los equipos y dispositivos son algunos factores a tomar en cuenta antes de proceder a la utilización y funcionamiento del módulo didáctico, que si no se llevan a cabo de manera adecuada podrían darnos complicaciones a futuro y por ende, para realizar las correcciones respectivas, perderíamos mucho tiempo y dinero.

Por lo tanto es fundamental considerar algunos parámetros de funcionamiento y datos técnicos, que son necesarios antes de seleccionar los equipos y dispositivos a utilizarse, para luego realizar el respectivo montaje, instalación y conexiones eléctricas para poner en funcionamiento el módulo de automatización industrial.

#### **4.1. Datos técnicos y parámetros de funcionamiento de los equipos**

Es importante conocer los equipos, los datos técnicos y su principio básico de funcionamiento para en base a ese conocimiento proceder a la selección de los mismos.

Los datos técnicos y las características de funcionamiento nos proporcionan los fabricantes de los equipos, esta información es de mucha importancia porque permite saber con exactitud cómo utilizar los equipos y cuáles son las consideraciones a tomar en cuenta al realizar su instalación respectiva, los equipos necesarios para la automatización con HMI, son el PLC y la PANTALLA TÁCTIL. Los datos técnicos que proporcionamos a continuación corresponden al PLC SIMATIC S7-200 CPU 224XP y al PANEL TÁCTIL OP 177B PN/DP.

##### **4.1.1 Datos técnicos y parámetros de funcionamiento del PLC SIMATIC S7-200**

El SIMATIC S7-200 es un micro-PLC al máximo nivel: es compacto y potente particularmente en lo que atañe a respuesta en tiempo real, rápido, ofrece una conectividad

extraordinaria y todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware, además, pueden ampliarse en cualquier momento.

El SIMATIC S7-200 está orientado a maximizar la rentabilidad. En efecto, toda la gama ofrece:

- Alto nivel de prestaciones.
- Modularidad óptima y
- Alta conectividad.

El PLC le simplifica al máximo el trabajo porque puede programarse de forma muy fácil, igualmente, las librerías complementarias para el software permiten realizar las tareas en forma ágil, simple y rápida.

#### **4.1.1.1 Comunicación abierta**

- Puerto estándar RS-485 con velocidad de transferencia de datos comprendida entre 1,2 y 187,5 kbits/s.
- Protocolo PPI en calidad de bus del sistema para interconexión sin problemas.
- Modo libremente programable con protocolos personalizados para comunicación con cualquier equipo.
- Rápido en la comunicación por PROFIBUS vía módulo dedicado, operando como esclavo.
- Potente en la comunicación por bus AS-Interface, operando como maestro.
- Accesibilidad desde cualquier punto gracias a comunicación por módem (para telemantenimiento, teleservicio o telecontrol).
- Conexión a Industrial Ethernet vía módulo dedicado.
- Con conexión a Internet mediante módulo correspondiente.
- S7-200 PC ACCESS, servidor OPC para simplificar la conexión al mundo del PC.

#### **4.1.1.2 Altas prestaciones**

El PLC S-7200, dispone también de:

- Pequeño y compacto, ideal para aplicaciones donde se cuenta con reducido espacio.
- Extensa funcionalidad básica uniforme en todos los tipos de CPU.
- Alta capacidad de memoria.
- Extraordinaria respuesta en tiempo real; la posibilidad de dominar en cualquier instante todo el proceso permite aumentar la calidad, la eficiencia y la seguridad.
- Manejo simplificado gracias a software de fácil uso STEP 7-Micro/WIN, ideal tanto para novatos como para expertos.

#### **4.1.1.3 Modularidad óptima**

La gama del sistema:

- 5 CPUs escalonadas en prestaciones con extensa funcionalidad básica y puerto Freeport integrado para comunicaciones.
- Amplia gama de módulos de ampliación para diferentes funciones:
- Manejo y visualización.
- Software STEP 7-Micro/WIN con librería Add-on Micro/WIN.
- Una gama de sistema que convence, para un dimensionamiento exactamente adaptado a la aplicación y resuelto de forma óptima.

#### **4.1.1.4 Características destacadas:**

- Tarjeta de memoria para Data Logging, administración de recetas, almacenamiento de proyecto Micro/ WIN, archivo de la documentación en formatos diversos.
- Función PID Auto Tune.
- 2 puertos integrados amplían las posibilidades de comunicación, por ejemplo con equipos externos
- (CPU 224 XP, CPU 226).
- CPU 224 XP con entradas y salidas analógicas integradas.

En la tabla 4.1 se presenta las características técnicas comunes de todos los tipos de CPU del SIMATIC S7-200.

**TABLA 4.1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CPUs DEL S7-200**

<b>Características técnicas comunes de las CPUs 221, 222, 224, 224XP, 224XPsi y 226:</b>	
<b>Característica</b>	<b>CPU 221, 222, 224, 224XP, 224XPsi, 226</b>
Aritmética en coma fija de 32 bits según norma IEEE	Sí
Reguladores PID integrados plenamente parametrizables	sí, hasta 8 reguladores PID independientes
Velocidad de procesamiento al bit	0,22 µs
Interrupciones controladas por tiempo	2 (tiempo de ciclo entre 1 y 255 ms con 1 ms de resolución)
Interrupciones hardware (detección de flancos en entradas)	máx. 4 entradas
Marcas, temporizadores, contadores	256 de cada una
Contadores rápidos	4–6 (según CPU), máx. 30 KHz, ó 200 KHz en la CPU 224 XP
Salidas de impulsos (modulables en ancho o frecuencia)	2 salidas, 20 KHz cada una (para variantes DC), 100 KHz en CPU 224 XP
Memoria de programas y datos	remanente (no volátil)
Memorización de datos dinámicos en caso de fallo de Alimentación	remanencia: mediante condensador interno de alto rendimiento o módulo de pila adicional. No volátil: carga del bloque de datos con STEP 7-Micro/WIN, TD 200C o vía programa de usuario en la EEPROM integrada
Respaldo de los datos dinámicos mediante módulo de pila	típ. 200 días
Puerto integrado de comunicación	sí, puerto RS 485 que soporta los modos siguientes: maestro o esclavo PPI/esclavo MPI/Freeport (protocolo ASCII programable)
Velocidad de transferencia máx.	187,5 Kbaudios (PPI/MPI) ó 115,2 Kbaudios (Freeport)
Software de programación	STEP 7-Micro/WIN que sirve para todos los lenguajes como AWL, FUP o KOP
Módulo de memoria de programa opcional	sí, programable en la CPU, para transferir programas, Data Logging, recetas, documentación
Variante DC/DC/DC	Sí
Alimentación	24 V DC
Entradas digitales	24 V DC
Salidas digitales	24 V DC, máx. 0,75 A, pueden conectarse en paralelo para aumentar la potencia
Variante AC/DC/relés	Sí
Alimentación	85–264 V AC
Salidas digitales	5–30 V DC ó 5-250 V AC, máx. 2 A (relés)

**Fuente:** Manual SIMATIC S7-200 system

Siemens ofrece diferentes modelos de CPUs S7-200 que brindan una gran variedad de funciones y prestaciones para crear soluciones efectivas de automatización destinadas a numerosas aplicaciones.

**TABLA 4.2: FUNCIONES DE LAS CPUS S7-200**

<b>Función</b>	<b>CPU 221</b>	<b>CPU 222</b>	<b>CPU 224</b>	<b>CPU 224XP, CPU 224XPsi</b>	<b>CPU 226</b>
Dimensiones físicas (mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	140 x 80 x 62	190 x 80 x 62
Memoria del programa: con edición en runtime sin edición en runtime	4096 bytes 4096 bytes	4096 bytes 4096 bytes	8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Memoria de datos	2048 bytes	2048 bytes	8192 bytes	10240 bytes	10240 bytes
Memoria de backup	50 horas (típ.)	50 horas (típ.)	100 horas (típ.)	100 horas (típ.)	100 horas (típ.)
E/S integradas Digitales Analógicas	6 E/4 S	8 E/6 S	14 E/10 S	14 E/10 S 2 E/1 S	24 E/16 S
Módulos de ampliación	0 módulos	2 módulos*	7 módulos*	7 módulos*	7 módulos*
Contadores rápidos Fase simple Dos fases	4 a 30 KHz 2 a 20 KHz	4 a 30 KHz 2 a 20 KHz	6 a 30 KHz 4 a 20 KHz	4 a 30 KHz 2 a 200 KHz 3 a 20 KHz 1 a 100 KHz	6 a 30 KHz 4 a 20 KHz
Salidas de impulsos (DC)	2 a 20 KHz	2 a 20 KHz	2 a 20 KHz	2 a 100 KHz	2 a 20 KHz
Potenciómetros analógicos	1	1	2	2	2
Reloj de tiempo real	Cartucho	Cartucho	Incorporado	Incorporado	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
Aritmética en coma flotante	Sí				
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)				
Velocidad de ejecución booleana	0.22 microsegundos/operación				

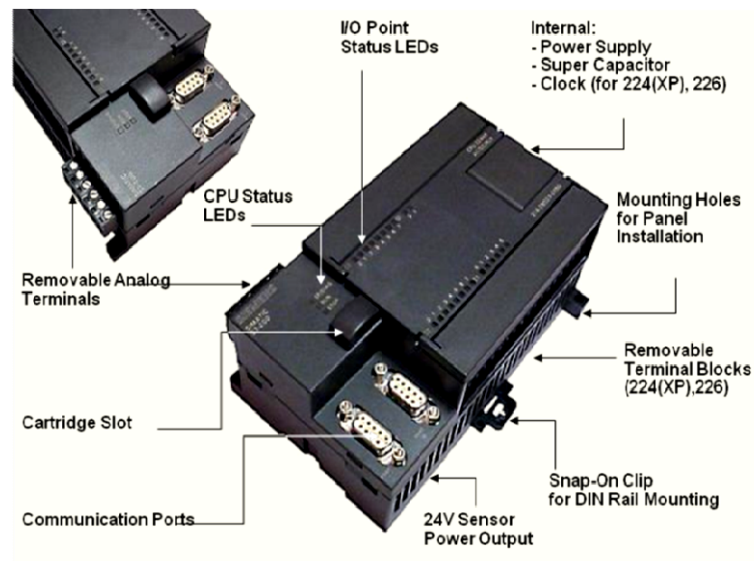
**Fuente:** Manual SIMATIC S7-200 system

\* Es preciso calcular la corriente necesaria para determinar cuánta energía puede suministrar la CPU S7-200 a la configuración deseada. Si se excede la corriente necesaria para la CPU, es posible que no se pueda conectar el número máximo de módulos. Consulte

el anexo A para más información acerca de los requisitos de alimentación de la CPU y de los módulos de ampliación, así como el anexo B para calcular la corriente necesaria.

La CPU S7-200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro-PLC, (figura 4.1).

Tras haber cargado el programa en el S7-200, éste contendrá la lógica necesaria para supervisar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.



**Figura 4.1:** Micro-PLC S7-200

#### **4.1.2 Ejemplares de pantallas táctiles SIMATIC**

Para funciones de manejo y visualización a pie de máquina se ofrece una gama de equipos que abarca casi todas las categorías: desde *Push Button Panels* (paneles con pulsadores) y *Micro Panels* (paneles pequeños) hasta *Mobile Panels* (paneles móviles), *Basic Panels* (paneles básicos), *Panels* (paneles) o *Multi Panels* (multi paneles ). Para aplicaciones con requisitos de robustez especialmente exigentes, se pueden elegir equipos HMI con protección total IP65/NEMA 4 que permiten la estructura separada.

Los Paneles SIMATIC son diseñados para trabajar con un lenguaje universal. Su programación es sencilla y son programables mediante *WinCC* flexible. Los mismos se encuentran dentro de la gran familia de paneles de Siemens, tal como se ve en la figura.



Leistungsklassen Produktklassen	Text	70	170	270	370
<b>Micro Panels</b>					
<b>Mobile Panels</b>					
<b>Panels</b>					
<b>Multi Panels</b>					

**Figura 4.2:** Familia de paneles de Siemens

#### 4.1.3 Características de SIMATIC WinCC flexible

El software HMI es ejecutable en Windows, permite la configuración homogénea de todos los paneles de operador SIMATIC HMI, WinCC flexible ofrece la máxima eficacia de configuración y permite, gracias a sus opciones adicionales, el manejo, servicio y diagnóstico a través de la Web.

SIMATIC ofrece las propiedades del sistema típicas de *Totally Integrated Automation* (Automatización Totalmente Integrado):

- Ingeniería
- Comunicación
- Diagnóstico
- Seguridad
- Robustez

Por otro lado, SIMATIC se caracteriza por otras dos propiedades del sistema:

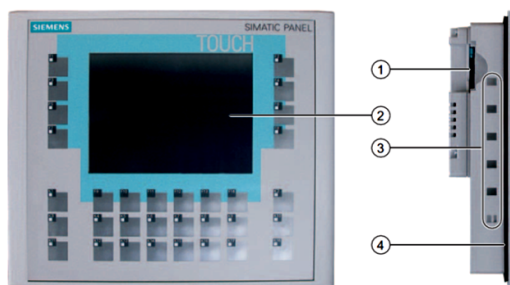
- Tecnología
- Alta disponibilidad

#### 4.1.4 Características de la pantalla SIMATIC OP 177B PN/DP

El OP 177B se caracteriza por una propiedad adicional. Este panel se puede manejar no sólo con el teclado de membrana, sino también con la pantalla táctil estándar. Es posible configurar que las teclas de función conmuten a teclas del sistema específicas.

Los paneles de operador TP 177A, TP 177B y OP 177B se caracterizan por su breve tiempo de puesta en marcha, el gran tamaño de su memoria de trabajo y su elevado rendimiento, habiéndose optimizado para proyectos basados en WinCC flexible. En las siguientes graficas se muestra la estructura del panel de operador OP 177B PN/DP, en todas las vistas.

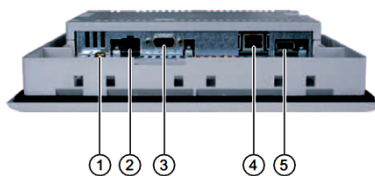
- **Vistas frontal y lateral**



**Figura 4.3:** Vistas frontal y lateral

1. Ranura para una Multi Media Card
2. Display/Pantalla táctil
3. Escotaduras para sensores
4. Junta de montaje

- **Vista inferior del OP 177B PN/DP**



**Figura 4.4:** Vista inferior del OP 177B PN/DP

1. Conexión a masa
2. Conexión para la fuente de alimentación
3. Interfaz RS -485/RS -422 (IF 1B)

4. Conexión PROFINET (sólo en el OP 177B PN/DP)
5. Conexión USB

- **Vista posterior**

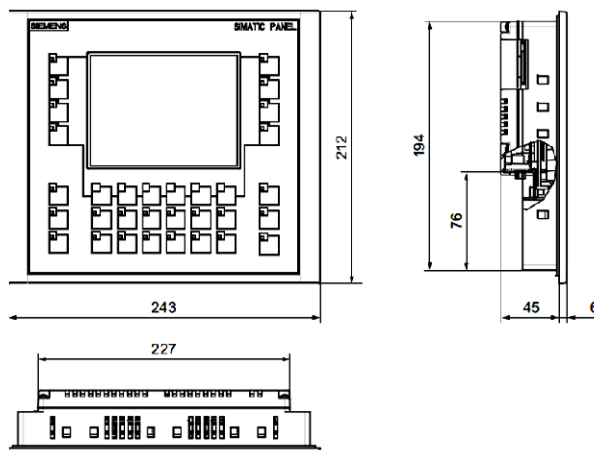


**Figura 4.5:** Vista posterior

1. Ranura para una Multi Media Card
2. Placa de características
3. Interruptor DIL
4. Nombre del puerto

#### 4.1.4.1 Datos técnicos de la pantalla SIMATIC OP 177B

Dibujos a escala del OP 177B



**Figura 4.6:** Medidas del panel operador OP 177B

- **Panel de operador**

**TABLA 4.3:** PESO DE LA PANTALLA OP 177B

Peso sin embalaje	aprox. 1000 g
-------------------	---------------

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

- **Pantalla**

**TABLA 4.4: CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA OP 177B**

Tipo	LCD-STN
Área activa del display	115,18 mm x 86,38 mm (5,7")
Resolución	320 x 240 puntos de imagen
Colores representables	256 colores en el OP 177B PN/DP 4 colores (blue mode) en el OP 177B DP
Regulación de contraste	sí
Retroiluminación	CCFL
Half Brightness Life Time, típica	50 000 h

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

- **Unidad de entrada**

**TABLA 4.5: UNIDAD DE ENTRADA DEL OP 177B**

Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva Teclado de membrana
------	--

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

- **Memoria**

**TABLA 4.6: MEMORIA DE AMPLIACIÓN DEL OP 177B**

Memoria de aplicación	2 Mbytes
-----------------------	----------

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

- **Tensión de alimentación**

**TABLA 4.7: TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN DEL OP 177B**

Tensión nominal	+24 Vc.c.
Rango admisible	20,4 V a 28,8 V (−15 %, +20 %)
Transitorios, máximo admisible	35 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s
Consumo de corriente	
• Típico	• aprox. 300 mA
• Corriente continua máx.	• aprox. 500 mA
• Impulso de corriente de conexión I <sub>2t</sub>	• aprox. 0,5 A2s
Fusible interno	Electrónico

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

#### **4.1.4.2 Parámetros de funcionamiento de la pantalla SIMATIC OP 177B**

Este panel basado en Windows CE presenta diferentes variantes de manejo y es muy versátil. Gracias a puntos destacables como la innovadora herramienta de configuración SIMATIC *WinCC* flexible y la interfaz PROFINET, se puede destacar lo siguiente.

- Disponible con 256 colores o 4 tonos de azul.
- Selección entre sistema táctil y teclas.
- Teclas de función a las que se pueden asignar funciones de teclas de sistema y configurables como teclas directas.
- Procesador RISC, 2 MB de memoria de usuario y memoria de recetas integrada adicionalmente.
- Interfaz PROFIBUS integrada en placa, variantes de color equipados, además, con interfaz PROFINET IO.
- Interfaz para tarjeta MMCard estándar para guardar datos de recetas, configuraciones y datos de sistema.
- Interfaz USB, p. ej., para conectar una impresora.

#### **4.2. Selección de los equipos y dispositivos a utilizarse.**

Los equipos, dispositivos y materiales que se especifican aquí, se utilizan para cada módulo didáctico de automatización industrial. Cabe recalcar que en este proyecto de tesis se realiza el diseño y construcción de dos módulos didácticos de automatización industrial.

##### **4.2.1 Selección de equipos**

En esta ocasión, los equipos nos proporcionan la Facultad de Mecánica, mediante una compra directa con la empresa SIEMENS, los equipos utilizados para la construcción del módulo didáctico de automatización son:

**TABLA 4.8: SELECCIÓN DE EQUIPOS**

<b>EQUIPO</b>	<b>MODELO</b>
PLC SIEMENS	SIMATIC S7-200 CPU 224XP
PANTALLA TÁCTIL SIEMENS	SIMATIC OP 177B PN/DP

#### 4.2.2 Selección de dispositivos

Para la seguridad de los equipos del módulo didáctico de automatización seleccionamos dispositivos de protección, también los elementos que simulan las salidas del PLC están protegidos por cualquier anomalía que se puede dar al momento de realizar las practicas. El PLC se alimenta de una fuente de 110 VCA y la Pantalla se alimenta de 24 VCD por lo que es necesaria una fuente externa para el funcionamiento de la pantalla.

En el módulo a las entradas de 24 VCD del PLC se conectan pulsadores normalmente abiertos y cerrados, selectores, borneras, conectores o jacks que simulan señales digitales. A las salidas se puede conectar cualquier voltaje CD o CA porque las salidas del PLC están direccionadas mediante contactos normalmente abiertos de los Relés.

En la siguiente tabla se indica los dispositivos seleccionados y utilizados en cada módulo de automatización industrial.

**TABLA 4.9: SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DISPOSITIVOS</b>
1	Breaker C2 (2 A), para protección de los equipos
1	Fusible de acción instantánea F4 A, para protección de los equipos
1	Porta fusible
1	Breaker C6 (6 A), para protección de las salidas del PLC
1	Fuente externa de 24 VDC/Entrada 110-240 VAC/Salida 24 VDC/2.5 A.
1	Pulsador de mando de paro de emergencia
5	Pulsadores normalmente abiertos (PNA).
5	Pulsadores normalmente cerrados (PNC)
1	Selector de dos posición
1	Selector de tres posiciones
10	Borneras pequeñas
10	Borneras grandes
4	Borneras para conexión a tierra
57	Conectores o jacks
6	Lámparas piloto
10	Relés 110VAC/3A
10	Base de relés
1	Cable PPI
1	Cable ETHERNET

#### 4.2.3 Selección de materiales

Para la conexión e instalación de los equipos y dispositivos, se requiere de materiales eléctricos y otros materiales necesarios para realizar el montaje de los elementos al módulo.

A continuación se detalla la lista de materiales necesarios para ejecutar el trabajo de conexión e instalación.

**TABLA 4.10: SELECCIÓN DE MATERIALES**

<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>
3	Canaleta ranurada , 25x25mm
1	Rail DIN
100	Remaches 5/32
100	Remaches 1/8
1	Cable alimentación con tierra #12x3
2	Stopas
15	Metros de cable flexible TFF #16 blanco
15	Metros de cable flexible TFF #16 negro
15	Metros de cable flexible TFF #16 amarillo
15	Metros de cable flexible TFF #16 azul
15	Metros de cable flexible TFF #16 rojo
10	Metros de cable flexible TFF #16 verde
5	Metros de cable flexible TFF #16 cafe
9	Cajas marcador letra(O,Q,T,M,S,R,L,I,N)
10	Cajas marcador numero(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)
100	Terminal puntera 16-14 rojo 2mm
100	Terminal puntera 18-16 amarillo 1,7mm
150	Terminal U 16-14 azul 4mm
100	Terminal U 16-14 rojo 4mm
100	Terminal ojo 22-16 rojo vf 1.25-5
100	Amarras plásticas
1	Fundas de espiral plástico 8mm
1	Fundas de espiral plástico 10mm

#### 4.3. Planos eléctricos

Los planos que se indican en este tema son los que se considera a continuación:

##### 4.3.1 Plano de conexión de los equipos

Para realizar las conexiones de los equipos se considera el voltaje de alimentación y la protección contra sobreintensidad, según se indica en la tabla 4.1 para la alimentación del PLC utilizamos la línea de entrada de 115VCA, después de haber conectado las protecciones respectivas.

El Panel Operador según muestra la tabla 4.7 necesita una fuente externa de +24VCD para su funcionamiento, por lo tanto en el plano se muestra que para la conexión del Panel Operador se realiza utilizando una fuente externa de 24VCD. Ver el anexo A.

#### **4.3.2 Plano del circuito de mando**

El plano del circuito de mando muestra las conexiones realizadas en las entradas digitales al PLC mediante los dispositivos que simulan las señales tales como, pulsadores, selectores y conectores. Ver en el anexo B.

#### **4.3.3 Plano del circuito de potencia**

El plano del circuito de potencia muestra las conexiones realizadas de las salidas del PLC a las bobinas de los relés, el contacto normalmente abierto del relé se conecta a los conectores ubicados en el módulo que representa las salidas del PLC (Q0.0-Q1.1). Ver en el anexo C.

#### **4.4. Montaje de equipos y dispositivos eléctricos**

Para el montaje de los equipos y dispositivos eléctricos se debe considerar aspectos como las dimensiones de los equipos, espacio suficiente, ubicación y sus cuidados.

##### **4.4.1 Montaje del PLC SIMATIC S7-200 CPU 224XP**

Los equipos S7-200 son fáciles de montar. Se pueden instalar bien sea en un panel, utilizando los orificios de sujeción previstos, o bien en un raíl normalizado (DIN), usando ganchos de retención integrados, sea horizontal o verticalmente. El tamaño pequeño del S7-200 permite ahorrar espacio.

##### **4.4.1.1 Alejar los equipos S7-200 de fuentes de calor, alta tensión e interferencias**

Como regla general para la disposición de los equipos que conforman el sistema, alejar siempre los aparatos de alta tensión que generan interferencias de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, tales como el S7-200.

Al configurar la disposición del S7-200 en el panel, se debe tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico.



El funcionamiento de equipos electrónicos en entornos de alta temperatura acorta su vida útil. Considerar también la ruta del cableado de los equipos montados en el panel. Evitar colocar los conductores de señalización y los cables de comunicación en una misma canalización junto con los cables CA y CD de alta tensión y de conmutación rápida.

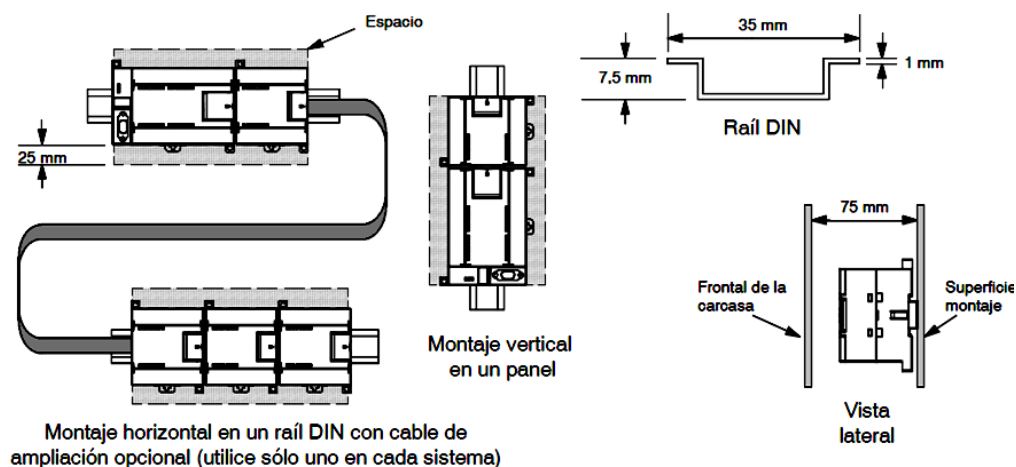
#### 4.4.1.2 Prever espacio suficiente para la ventilación y el cableado

Para los equipos S7-200 se ha previsto la ventilación por convección natural. Por tanto, se deberá dejar un margen mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los equipos. Asimismo, prevea por lo menos 75 mm para la profundidad de montaje.

#### 4.4.1.3 Cuidado del S7-200

En el montaje vertical, la temperatura ambiente máxima admisible se reduce en 10 grados centígrados. Montar la CPU S7-200 debajo de los módulos de ampliación.

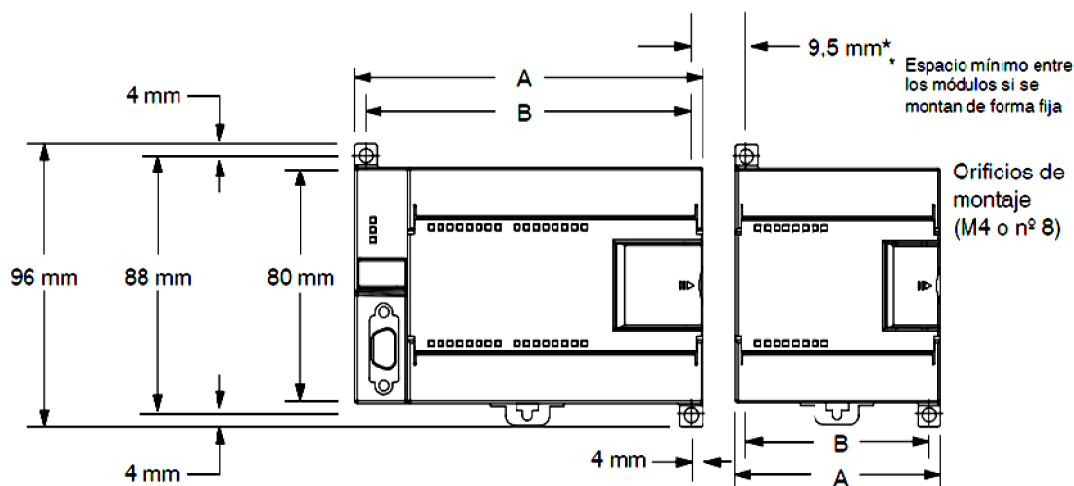
Al planificar la disposición del sistema S7-200, disponer de espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación. Para mayor flexibilidad al configurar la disposición del sistema S7-200, utilice un cable de conexión para los módulos de ampliación.



**Figura 4.7:** Opciones de montaje en el Raíl DIN

#### 4.4.1.4 Dimensiones de montaje

Las CPUs S7-200 y los módulos de ampliación disponen de orificios para facilitar el montaje en paneles. En la figura se dispone de las dimensiones de montaje.



**Figura 4.8:** Dimensiones de montaje

La siguiente tabla muestra las dimensiones de diferentes tipos de CPUs.

**TABLA 4.11:** DIMENSIONES DE MONTAJE

Módulo S7-200	Ancho A	Ancho B
CPU 221 y CPU 222	90 mm	82 mm
CPU 224	120,5 mm	112,5 mm
CPU 224XP, CPU 224XPSi	140 mm	132 mm
CPU 226	196 mm	188 mm
Módulos de ampliación: 4 y 8 E/S DC y E/S de relé (8I 4Q, 8Q, 4I/4Q) y salidas analógicas (2 AQ)	46 mm	38 mm
Módulos de ampliación: 16 E/S digitales (16I, 8I/8Q), E/S analógicas (4AI, 8AI, 4AQ, 4AI/1AQ), RTD, Termopar, PROFIBUS, Ethernet, Internet, AS--Interface, 8 E/S AC (8I and 8Q), Posición y Módem	71,2 mm	63,2 mm
Módulos de ampliación: 32 E/S digitales (16I/16Q)	137,3 mm	129,3 mm
Módulos de ampliación: 64 E/S digitales (32I/32Q)	196 mm	188 mm

**Fuente:** Manual S7-200

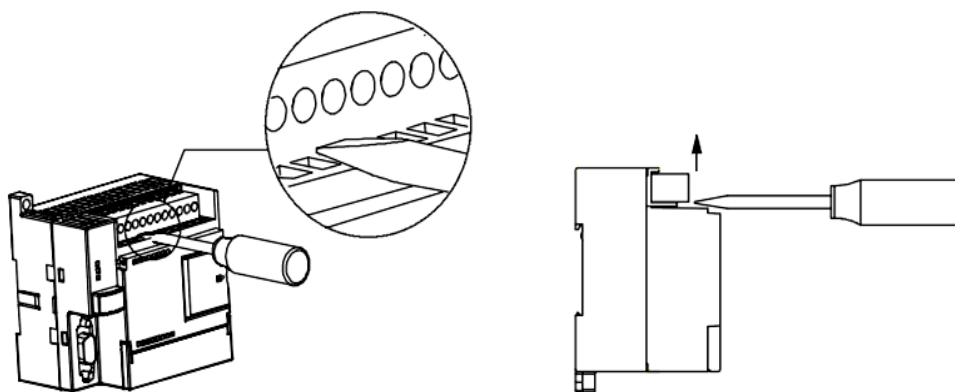
#### 4.4.1.5 Extraer y reinsertar el bloque de terminales

La mayoría de los módulos S7-200 tienen bloques de terminales extraíbles incorporados que permiten montar y sustituir fácilmente el módulo. Para los módulos que no dispongan de un bloque de terminales extraíble se puede pedir un bloque de bornes opcional al distribuidor de SIEMENS.

- ***Extraer el bloque de terminales***

1. Abrir la tapa del bloque de terminales para acceder al mismo.
2. Insertar un destornillador pequeño en la ranura central del bloque de terminales.
3. Extraer el bloque de terminales haciendo palanca con el destornillador, alejándolo de la carcasa del S7-200.

En la figura se muestra como extraer el bloque de terminales.



**Figura 4.9:** Extracción del bloque de terminales

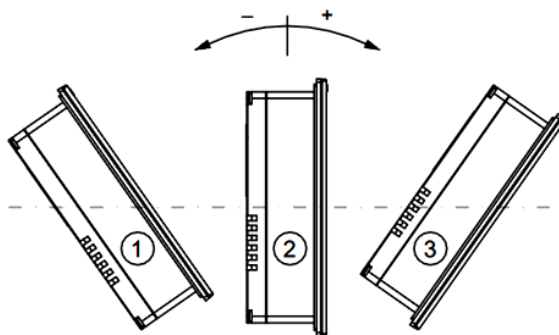
- ***Reinsertar el bloque de terminales***

1. Abrir la tapa del bloque de terminales.
2. Alinear el bloque de terminales con los pines del módulo y el borde del cableado con la base del bloque de terminales.
3. Empujar firmemente el bloque de terminales hacia abajo hasta que encaje. Comprobar si el bloque de terminales está bien alineado y encajado correctamente.

#### **4.4.2 Montaje de la pantalla OP 177B PN/DP**

El panel de operador ha sido diseñado para ser montado en armarios y cuadros eléctricos, paneles y pupitres.

El panel de operador tiene ventilación propia y está autorizado para el montaje en posición vertical e inclinada en armarios eléctricos estacionarios.



**Figura 4.10:** Posición del montaje

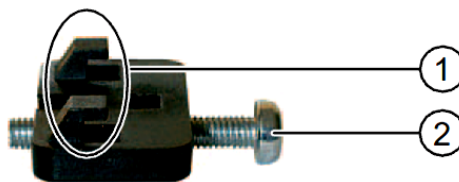
La siguiente tabla muestra los grados de desviación permisible para realizar el montaje en la estructura.

**TABLA 4.12:** GRADOS DE DESVIACIÓN PARA EL MONTAJE

Posición de montaje	Desviación de la recta vertical
1 Inclínada	$\leq -35^{\circ}$
2 Vertical	$0^{\circ}$
3 Inclínada	$\leq 35^{\circ}$

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

Para el montaje se han previsto mordazas de plástico. Estas mordazas se enganchan en las escotaduras del panel de operador.



**Figura 4.11:** Mordaza de plástico

1. Gancho
2. Tornillo de ranura en cruz

Al elegir el lugar de montaje debe considerar los siguientes puntos:

- Colocar el panel de operador de manera de que éste no quede expuesto directamente a las radiaciones solares.

- Colocar el panel de operador en una posición ergonómica para el usuario. Elegir una altura de montaje adecuada.
- Cuando se coloque el panel de operador asegúrese de que no queden cubiertas las aberturas del ventilador.
- Cuando se coloque el panel de operador considerar las posiciones de montaje admisibles.

#### **4.4.2.1 Dimensiones del recorte de montaje**

En la tabla siguiente se indican las dimensiones del recorte de montaje en el módulo didáctico de automatización necesario para el Panel OP 177B PN/DP

**TABLA 4.13: DIMENSIONES DEL RECORTE DE MONTAJE**

Recorte de montaje	Formato horizontal OP 177B
Ancho	228+1 mm
Alto	196+1 mm
Profundo	55 mm

**Fuente:** SIMATIC HMI Panel de operador TP 177A, TP 177B, OP 177B

#### **4.4.2.2 Espacios libres necesarios**

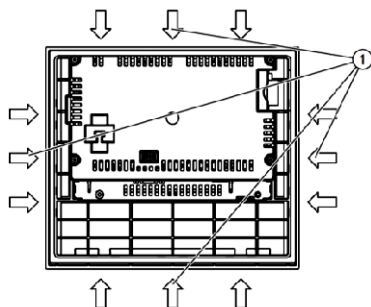
Alrededor del panel de operador se requiere el siguiente espacio libre:

- Arriba y abajo del recorte de montaje se debe dejar 50 mm para garantizar la ventilación.
- A la derecha y a la izquierda del recorte de montaje se debe dejar 15 mm para enganchar los tensores de montaje.
- En el lado posterior se deben prever 10 mm adicionales a la profundidad del panel de Operador.

Al montar el panel de operador en un armario eléctrico y, sobre todo, en una carcasa cerrada, observar que se respete la temperatura ambiente admisible.

#### **4.4.2.3 Mordazas de fijación en el OP 177B**

Las mordazas de fijación de plástico deberán colocarse como se indica en la figura.



**Figura 4.12:** Fijación de las mordazas de plástico

- **Riesgo de pérdida del grado de protección**

Si la junta de montaje está dañada o sobresale del panel de operador, es posible que no se cumpla el grado de protección.

Comprobar que la junta de montaje está bien colocada.

Apretar los prisioneros o el tornillo de cruz de las mordazas de fijación hasta que el panel de operador quede apoyado formando una sola superficie con el armario eléctrico.

Opcionalmente se puede apretar las mordazas con el siguiente par de apriete:

- Mordazas de fijación de plástico: Máx. 0,15 Nm
- Mordazas de fijación metálicas: Máx. 0,2 Nm

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Comprobar si la junta está disponible en el panel de operador. No montar la junta si está retorcida. De lo contrario, puede ocurrir que el recorte de montaje no sea estanco.
2. Colocar el panel de operador por delante en el recorte de montaje.
3. Colocar una mordaza en una de las escotaduras previstas del panel de operador.



**Figura 4.13:** Colocación de la mordaza de plástico

4. Fijar la mordaza apretando el prisionero o el tornillo de cruz.
5. Repetir los pasos de trabajo 3 y 4 hasta haber fijado todas las mordazas.
6. Comprobar que la junta de montaje esté bien colocada.

Si es necesario, repetir los pasos que se indican en los numerales del 1 al 6.

Como resultado tenemos que el panel de operador está montado y se cumple el grado de protección por la parte delantera.

#### **4.4.3 Montaje de los dispositivos eléctricos**

Para el montaje de los dispositivos eléctricos en el módulo es importante considerar su ubicación y el procedimiento para ubicarlos.

##### **4.4.3.1 Ubicación de los dispositivos eléctricos en el módulo**

Los Breakers de protección para el circuito de mando y potencia, fusible de acción instantánea, las borneras destinadas para la conexión directa de las señales y la fuente externa de 24 VDC, se ubicarán en el mismo espacio disponible para el PLC, es decir en la parte superior del módulo.

Los relés y las bases de relés que están conectadas con las salidas del PLC, se ubicarán en la parte inferior del panel de operador.

Los conectores o Jacks se ubicarán en el área destinada para las entradas y salidas del PLC, donde se realizarán las diferentes conexiones con los cables bananas.

Los pulsadores, selectores y lámparas pilotos se ubicarán en la parte inferior del módulo de automatización, desde aquí se realizarán la simulación de entradas y salidas digitales al PLC.

##### **4.4.3.2 Procedimiento para ubicar los dispositivos eléctricos en el módulo**

Los dispositivos eléctricos como: Breakers de protección, fusible de acción instantánea, borneras, relés y bases de relés se procede a ubicar en una base Raíl DIN que esta sujeta en el módulo mediante remaches de aluminio, la ubicación de estos dispositivos se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 4.14:** Ubicación de los dispositivos en el Raíl DIN

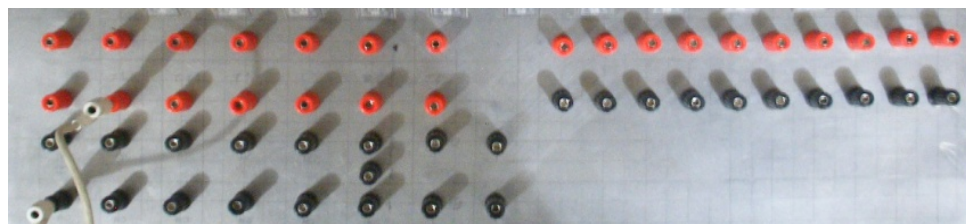
Los relés, se ubican en la parte inferior de la pantalla, sujetos en un raíl DIN y separados entre si con una bornera para facilitar la conexión de las bobinas y los contactos.



**Figura 4.15:** Ubicación de los relés y bases

Para la ubicación de los conectores o Jacks, donde se realizarán las diferentes conexiones con los cables bananas se realizan perforaciones en el metal con una broca de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, donde se aloja los conectores, y por la parte interna del módulo se realiza el ajuste de las tuercas para fijarlos bien en la estructura.

Es importante tomar en consideración que la parte metálica de los conectores o jacks no hagan contacto con el metal de la estructura y no se origine cortocircuitos que pueda afectar los equipos del módulo de automatización.



**Figura 4.16:** Colocación de los conectores o Jacks

Para el montaje de los pulsadores, selectores y lámparas pilotos se realizan perforaciones en el metal del módulo con un sacabocados hidráulico a un diámetro de



22mm, y después se colocan los pulsadores para realizar el ajuste de la rosca de acople por la parte interna del módulo.



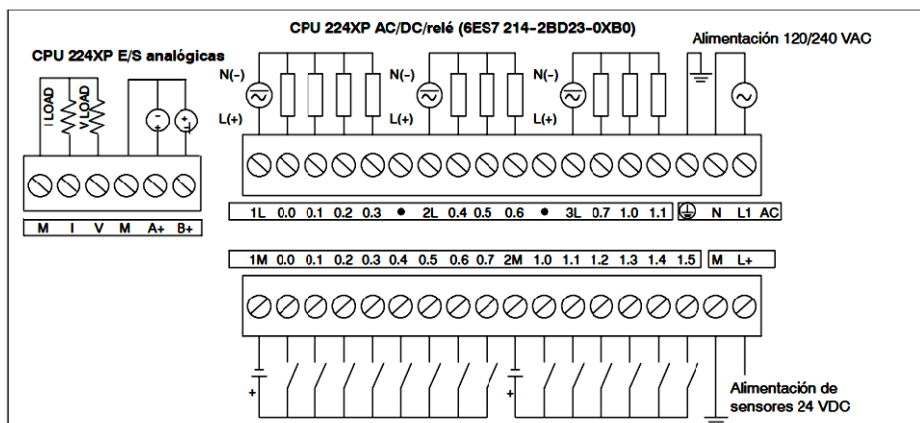
**Figura 4.17:** Montaje de selectores y lámparas piloto

#### 4.5. Conexiones eléctricas y medios de comunicación.

Las conexiones eléctricas que se explican a continuación corresponden a los equipos, recalcamos que la conexión de los diferentes dispositivos se encuentra en los planos eléctricos, ver anexo B y C.

##### 4.5.1 Conexión del PLC

Se colocarán los cables de alimentación en L1 y N, tal como muestra la figura.



**Figura 4.18:** Conexión de alimentación al PLC

Si se intenta montar o desmontar los sistemas de automatización y/o los equipos conectados durante el arranque, puede producirse un choque eléctrico. Si antes del montaje o desmontaje no se ha desconectado por completo la alimentación de los módulos S7-200 y de los equipos conectados, ello podría causar la muerte o heridas graves al personal, y/o daños materiales.

Antes de instalar el cableado de campo es necesario tomar siempre las precauciones de seguridad adecuadas y verificar que estén desconectadas las fuentes de alimentación de los módulos del S7-200.

#### **4.5.1.1 Reglas de carácter general**

Los puntos siguientes constituyen reglas de carácter general para la instalación y el cableado de los Micro-PLCs S7-200, al cablear es necesario respetar todos los reglamentos, códigos y normas eléctricas aplicables. Instalar y utilizar el equipo conforme a todas las normas nacionales y locales vigentes.

- Utilizar siempre cables con un diámetro adecuado para la intensidad. Los módulos del S7-200 aceptan cables con sección de 1,50 mm<sup>2</sup> a 0,50 mm<sup>2</sup> (14 AWG a 22 AWG).
- Asegurarse de que los tornillos de los bornes no pasen de rosca. El par máximo de apriete es de 0,56 N-m.
- Utilizar siempre un cable lo más corto posible (apantallado o blindado, como máximo 500 metros, sin pantalla o blindaje, 300 metros). El cableado deberá efectuarse por pares; con el cable de neutro o común apareado con un cable activo.
- Separar el cableado de corriente alterna y el cableado de corriente continua de alta tensión y rápida conmutación de los cables de señal de baja tensión.
- Identificar y disponer adecuadamente el cableado hacia los módulos S7-200.

#### **4.5.2 Conexión del panel operador**

Para conectar el panel de operador se debe seguir la secuencia de conexión.

1. Conexión a tierra
2. Fuente de alimentación (asegúrese mediante un test de conexión de que la

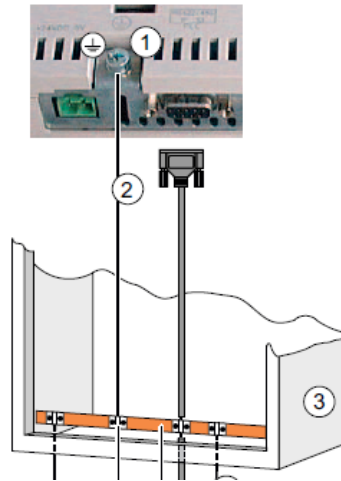
polaridad de la alimentación no esté invertida).

3. Controlador o PC de ingeniería, si es necesario

Observar la secuencia de conexión al conectar el panel de operador. De lo contrario se puede dañar el panel de operador.

#### 4.5.2.1 Conexión a tierra

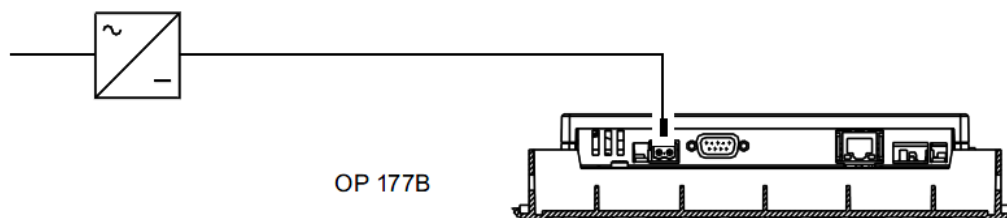
La grafica muestra como realizar la conexión del Panel a tierra.



**Figura 4.19:** Conexión a tierra

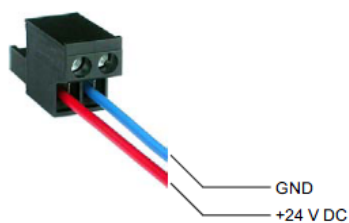
#### 4.5.2.2 Conectar la fuente de alimentación

El Panel Operador se alimenta de una fuente de 24 VCD, la figura siguiente muestra la conexión entre el panel de operador y la fuente de alimentación.



**Figura 4.20:** Conexión de la fuente de alimentación

La regleta de conectores para la conexión de la fuente de alimentación está prevista para cables con una sección máx. de 1,5 mm<sup>2</sup>.



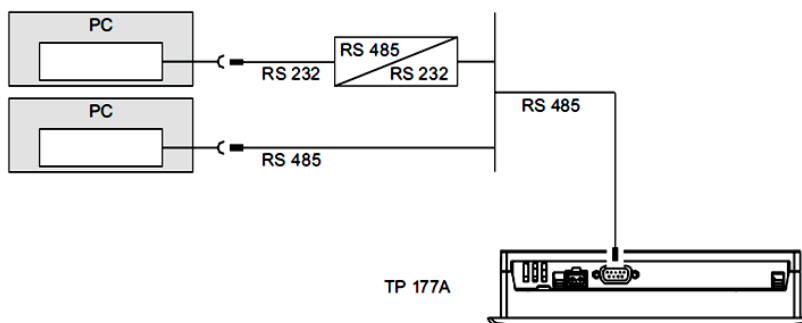
**Figura 4.21:** Conexión de la regleta macho

Conectar la regleta macho a los cables de la fuente de alimentación como se muestra en la figura de arriba. Asegurarse de no confundir los cables al embonarlos. Tener en cuenta la rotulación de las clavijas de contacto en el lado posterior del panel de operador.

El panel de operador dispone de protección contra inversión de polaridad.

#### 4.5.2.3 Conexión del PC de ingeniería

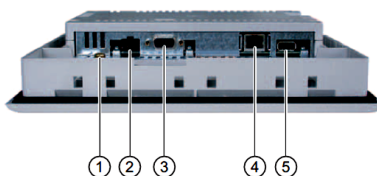
La figura siguiente muestra la conexión entre el panel de operador y el PC de ingeniería. Esta conexión se puede utilizar para transferir la imagen, el proyecto así como otros datos del proyecto.



**Figura 4.22:** Conexión del PC al panel

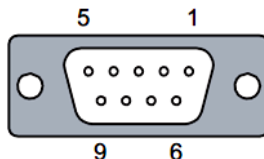
#### 4.5.2.4 Puertos del OP 177B

La figura siguiente muestra las interfaces disponibles en el panel de operador OP 177B.



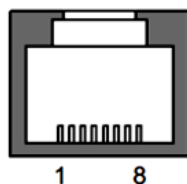
**Figura 4.23:** Puertos del OP 177B

1. Conexión a masa
2. Conexión para la fuente de alimentación
3. Interfaz RS -485/RS -422 (IF 1B). Conector Sub-D (subminiatura D), de 9 pines, con bloqueo de tornillo



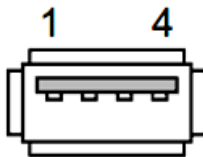
**Figura 4.24:** Interfaz RS -485/RS -422

4. Conexión PROFINET (sólo en el OP 177B PN/DP). Conector RJ45



**Figura 4.25:** Conexión PROFINET

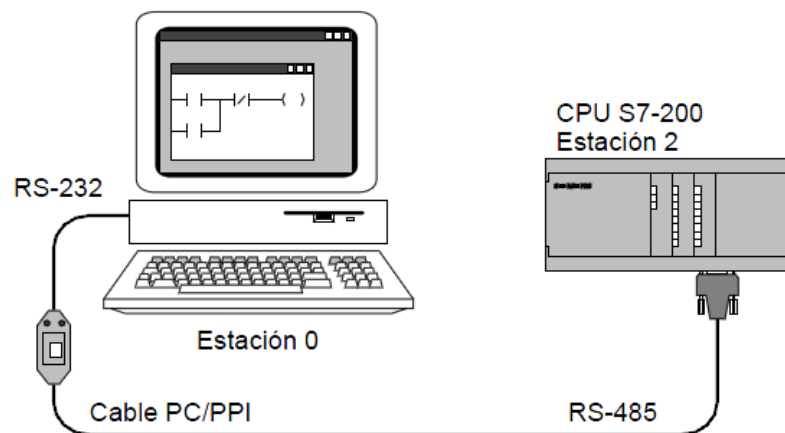
5. Conexión USB. Conector estándar USB



**Figura 4.26:** Conexión USB

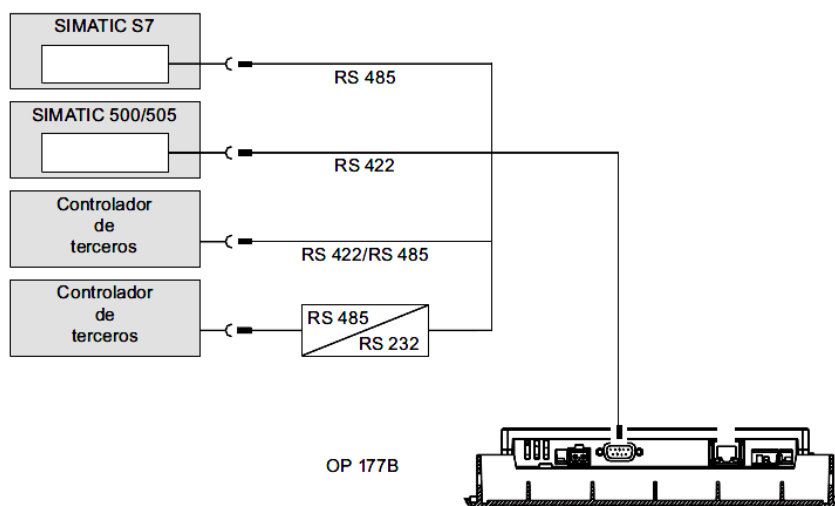
#### 4.5.3 Medios de comunicación

Para realizar la comunicación entre PLC-PC, se debe utilizar el cable de comunicación PPI-RS485, este tipo de comunicación permite transmitir los datos de programación que se realiza en el PC mediante el Software Step7 Micro/WIN al PLC y viceversa. Por lo general, los puertos de comunicación de un PC son compatibles con el estándar RS-232. Los interfaces de comunicación de la CPU S7-200 utilizan el estándar RS-485 para poder agregar varios dispositivos a una misma red. El cable PC/PPI permite conectar el puerto RS-232 de un PC al interface RS-485 de una CPU S7-200. Dicho cable se puede utilizar también para conectar el interface de comunicación de una CPU S7-200 a otros dispositivos compatibles con el estándar RS-232.



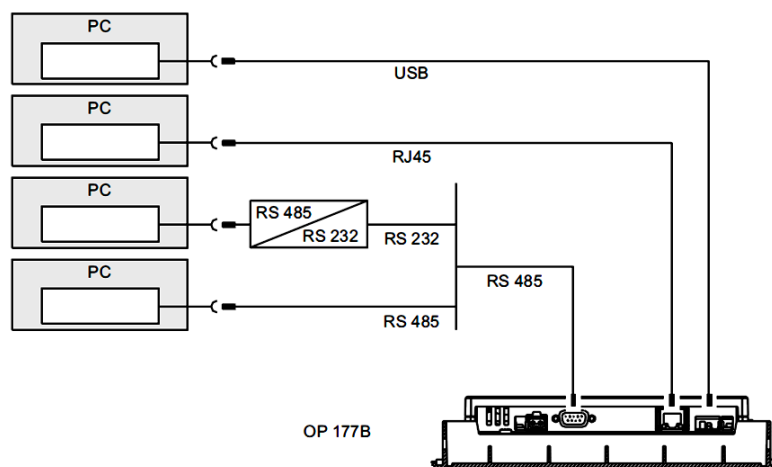
**Figura 4.27:** Comunicación entre PLC-PC

Para realizar la comunicación entre PLC-Panel Operador, se debe utilizar el cable de comunicación RS 485, el mismo que permite transmitir las variables del programa que se encuentra en el PLC hacia el Panel Operador.



**Figura 4.28:** Comunicación entre PLC-panel operador

Para realizar la comunicación entre Panel Operador-PC, se puede utilizar la red ETHERNET, RJ45, que permite transmitir las variables programadas en el Computador mediante el WinCC Flexible hacia el Panel Operador y también el USB especialmente para capturar imágenes del panel.



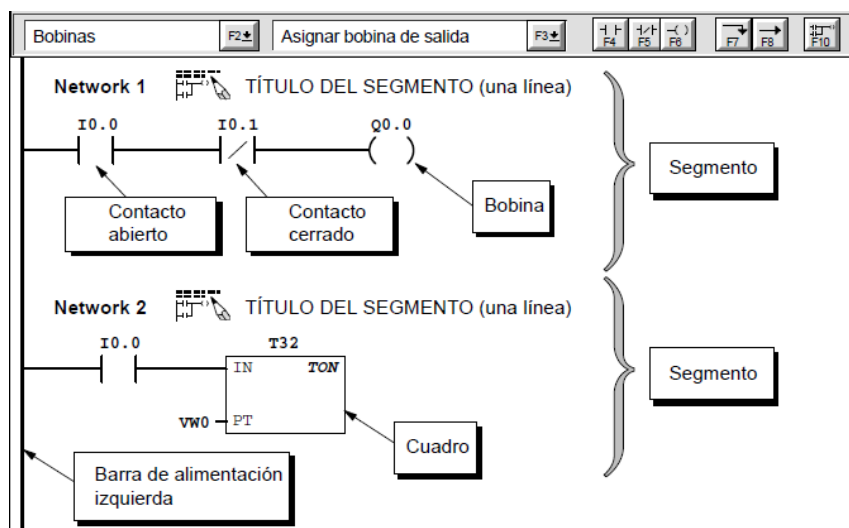
**Figura 4.29:** Comunicación entre panel operador-PC

#### 4.6. Programación

Los equipos que estarán sujetos a programación serán, el PLC y el Panel Operador, para cada uno de ellos se utilizará un software que permitirá el ingreso de datos y variables necesarios del sistema que se desee controlar.

##### 4.6.1 Programación en KOP del PLC S7- 200 con STEP 7-Micro/WIN

KOP es una abreviación de Kontaktplan que en alemán significa Plan de Contacto o arreglo de contactos. Básicamente es un método para programar PLCs. En inglés serían los Diagramas Ladder y como lenguaje de programación, es más conocido como Ladder Logic. En el siguiente gráfico se ofrecen los elementos básicos para crear programas.



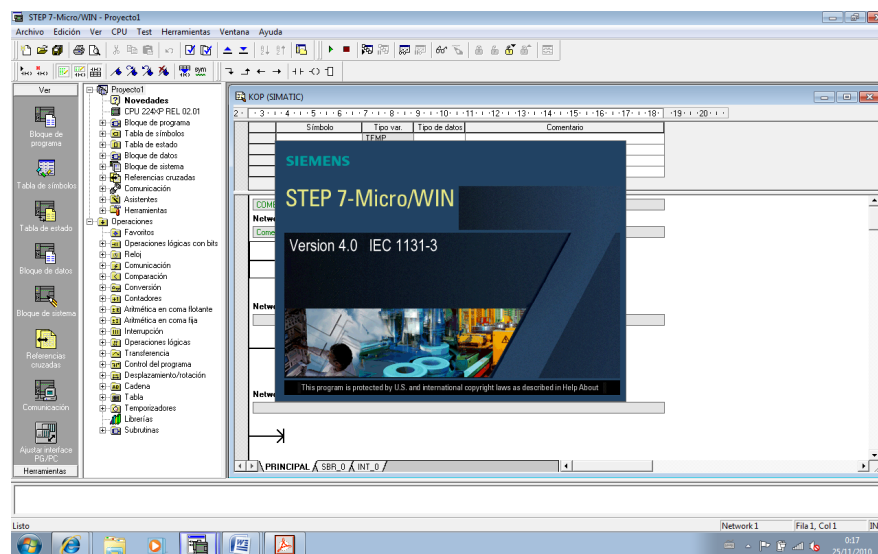
**Figura 4.30:** Elementos básicos del KOP

- **Contactos:** Un contacto representa un interruptor por el que circula la corriente cuando está cerrado.
- **Bobinas:** Una bobina representa un relé que se excita cuando se le aplica tensión.
- **Cuadros:** Un cuadro representa una función que se ejecuta cuando la corriente circula por él.
- **Segmentos:** Cada uno de estos elementos constituye un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o cuadros.

#### 4.6.1.1 Pasos para la programación del PLC S7-200

Para realizar la programación del PLC deben seguirse los siguientes pasos:

- **Abrir el programa STEP 7-Micro/WIN**



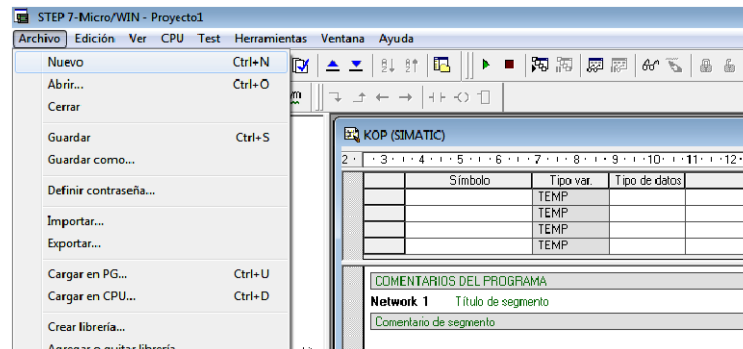
**Figura 4.31:** Ventana del STEP 7-Micro/WIN

- **Creación de un programa mediante el lenguaje KOP**

Cuando se activa el programa, por defecto, se crea un proyecto sin nombre. No obstante, también se puede crear un nuevo proyecto pulsando “Archivo”, o bien sobre el icono situado sobre la barra de herramientas.

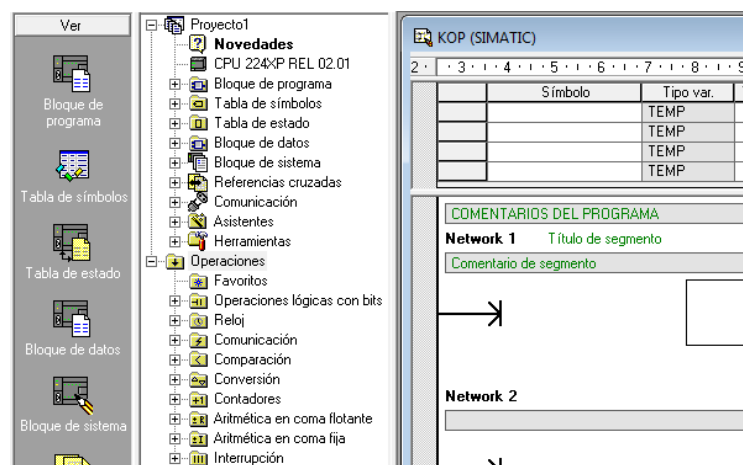
Una vez creado el proyecto se abrirá automáticamente la ventana del editor KOP. La interfaz del programa tendrá el siguiente aspecto:





**Figura 4.32:** Creación de nuevo programa

Si se abre la carpeta “operaciones” se muestran distintas subcarpetas con los grupos de elementos que se pueden introducir en un programa kop. Abriendo cada una de las carpetas aparecen los símbolos de los elementos. Basta seleccionarlos con el ratón para que se incorporen al programa.



**Figura 4.33:** Librería de operaciones

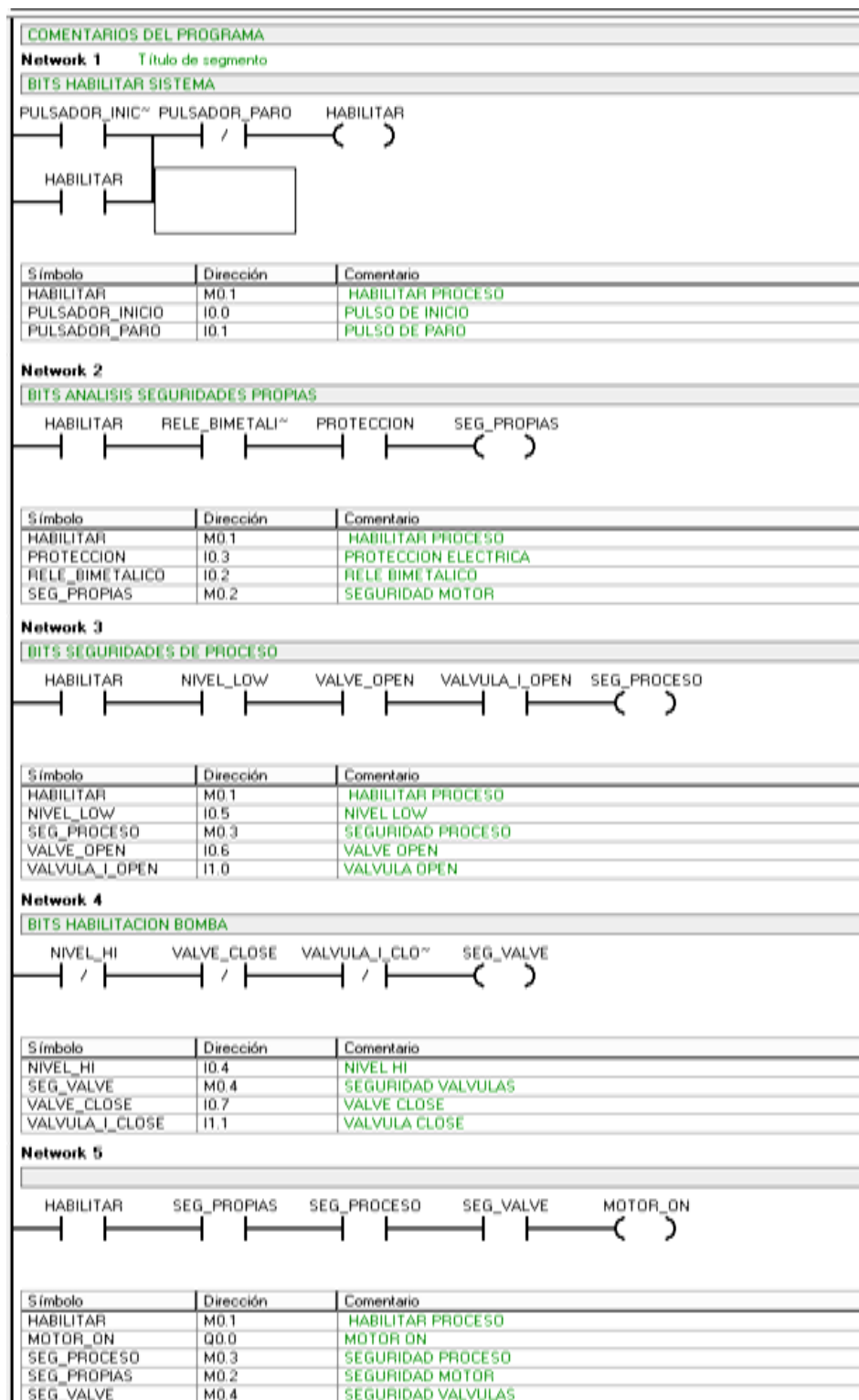
También es posible introducir un elemento operando con el ratón en la ventana de la izquierda, para seleccionar un componente que se desee incluir en el esquema de contactos se puede utilizar las listas de elementos de la parte superior izquierda.



**Figura 4.34:** Lista de elementos del KOP

Un programa en KOP se organiza en “redes” (network). Cada red contiene una serie de elementos que en tiempo de ejecución serán evaluados y generarán el estado de las

salidas, es de destacar que cada red puede contener sólo ‘una operación’ referida al cálculo de una o varias salidas.



**Figura 4.35:** Programación en diagrama Ladder

Para cada red, asignamos un nombre, dicha red contiene una serie de elementos que conforman las entradas digitales del proceso para activar las memorias.

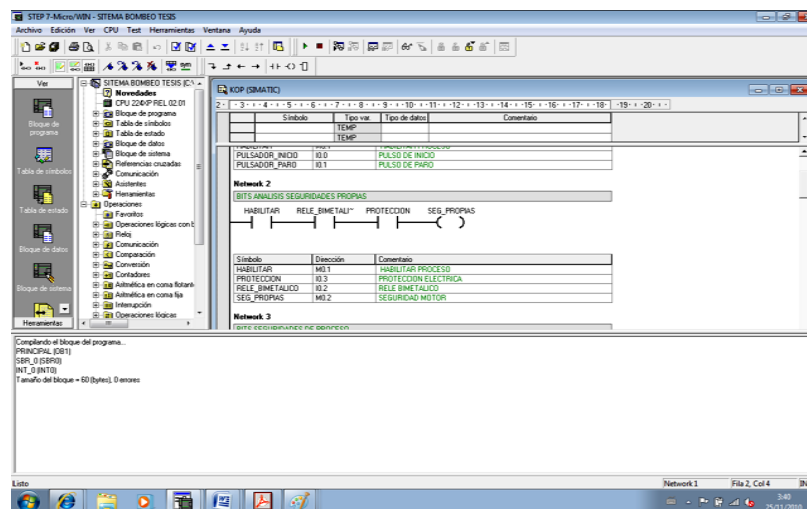
Las memorias se activarán siempre y cuando se cumplan las condiciones del proceso como, seguridades propias del sistema, seguridades del proceso, seguridad de las válvulas, que estén activadas.

Cuando todas las memorias del sistema estén activadas, entrará en funcionamiento el motor del sistema de bombeo.

- **Compilación y ejecución de un programa**

Una vez diseñado el plano de contactos con el editor KOP es necesario compilarlo y cargarlo en el autómatas para probarlo. Para compilar el programa se debe pulsar sobre el icono situado en la barra de herramientas principal.

A continuación aparecerá en la ventana inferior unos mensajes que indicarán si hay o no errores.

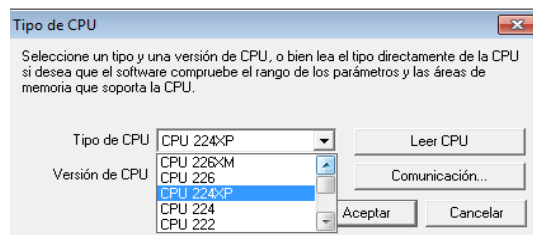


**Figura 4.36:** Compilar programa


- **Seleccionar tipo de CPU**



Antes de poder cargar el programa en el autómatas hay que configurar la comunicación entre éste y el ordenador. Esto se hace pulsando en el menú la opción CPU y después la opción tipo.

Aparecerá una pantalla como la siguiente:



**Figura 4.37:** Selección del tipo de CPU

Una vez hecho esto, y si el programa no tiene errores, ya está todo listo para cargarlo en el autómata. Para ello hay que pulsar sobre el icono “Cargar en CPU” .

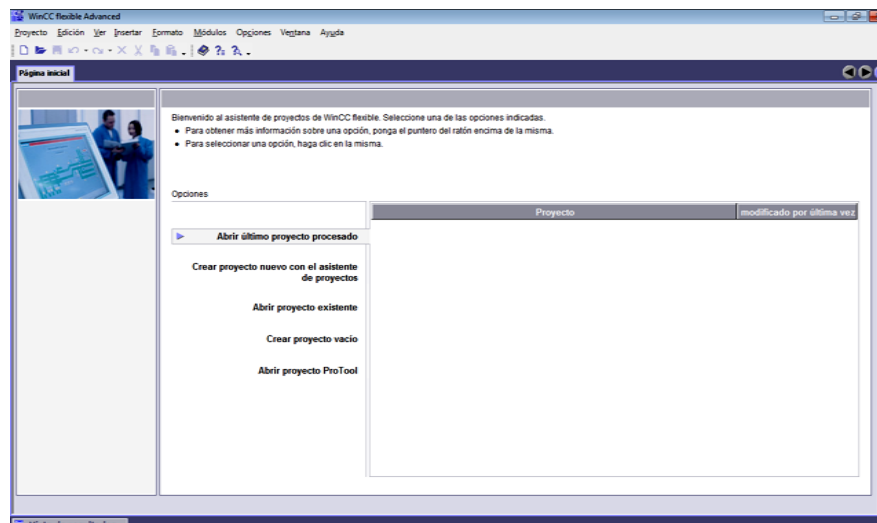
Una vez esté cargado el software en el autómata (y el selector en modo RUN) se puede ejecutar o detener la ejecución cuando sea necesario pulsando sobre los botones “RUN”  y “STOP” .

## 4.6.2 Pasos para la programación del Panel Operador

En la programación del panel operador visualizaremos la forma de programación para crear un nuevo proyecto.

### 4.6.2.1 Creando la aplicación

De la computadora se seleccionará el programa WinCC flexible, el cual le permitirá crear aplicaciones de la manera más adecuada a su necesidad.



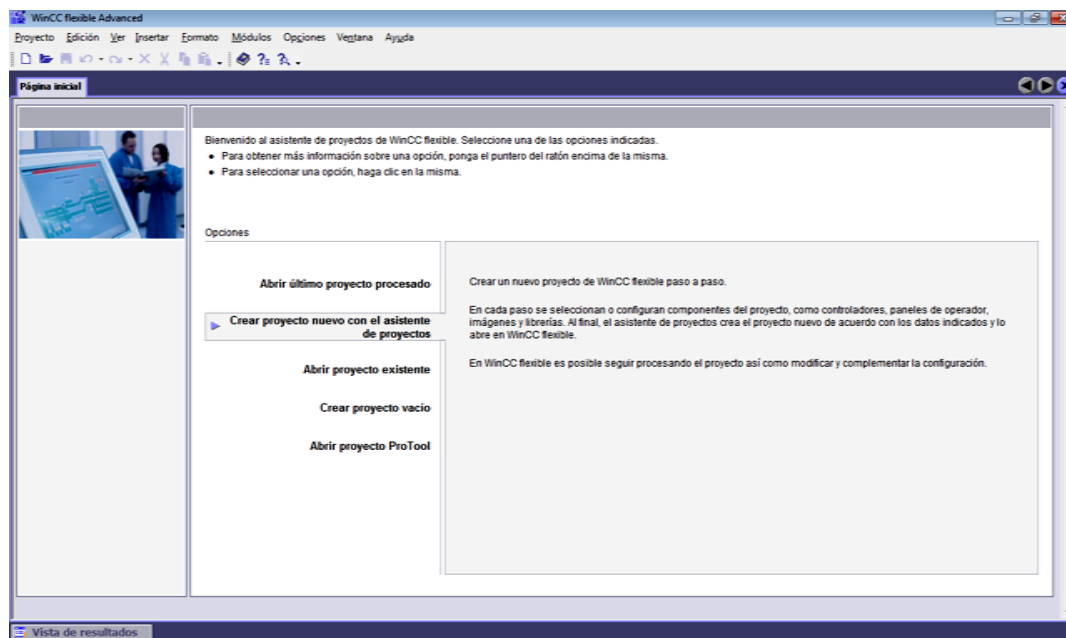
**Figura 4.38:** Pantalla inicial de WinCC Flexible.

Después de haber seleccionado nos abrirá la pantalla de inicio, la cual antes de comenzar a trabajar nos preguntará si deseamos abrir el último proyecto procesado, crear proyecto nuevo con el asistente de proyectos, abrir proyecto existente, crear proyecto vacío y abrir proyecto ProTool.

En esta ventana nos despliega una lista de las aplicaciones con las que contamos en el programa. Se seleccionará la opción que necesite para su aplicación, si es nueva se elegirá la pestaña que dice crear proyecto nuevo con el asistente de proyectos.

#### 4.6.2.2 Creando nuevo proyecto

Para crear un nuevo proyecto o aplicación seleccionar la opción, crear proyecto nuevo con el asistente de proyectos tal como se indica en la siguiente imagen.



**Figura 4.39:** Creando nueva aplicación

Ya seleccionada la opción nuevo proyecto, el asistente de proyectos ofrece escenarios predefinidos para diferentes configuraciones de la instalación.

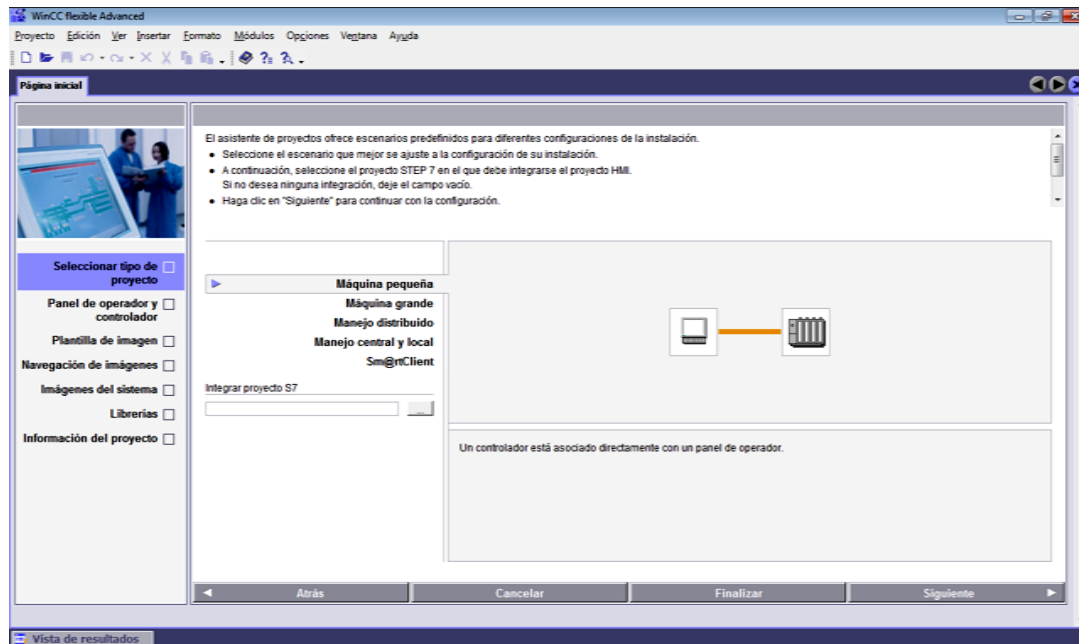
#### 4.6.2.3 Seleccione el escenario que mejor se ajuste a la configuración de su instalación.

- Seleccionar tipo de proyecto

Dentro de este escenario tenemos los siguientes tipos de proyectos: máquina pequeña,

máquina grande, manejo distribuido, manejo central y local, en la cual se elegiría cualquiera de ellas de acuerdo a la instalación.

En el caso de nuestros módulos didácticos se recomienda elegir “Máquina Pequeña” porque el controlador está asociado directamente con un panel operador. En la figura 4.36 se muestra la selección del tipo de proyecto.



**Figura 4.40:** Selección del tipo de proyecto.

Una vez elegido el proyecto “máquina pequeña”, seleccionamos siguiente para continuar con la configuración.

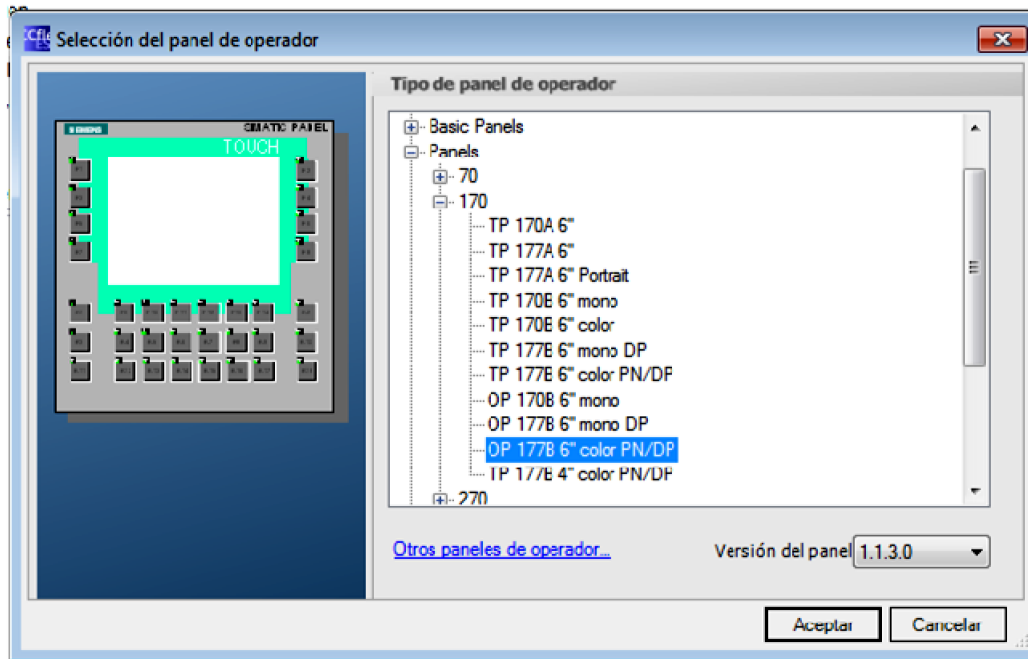
- **Seleccionar el panel de operador, conexión y controlador**

En esta nueva página seleccionaremos el panel operador, conexión y controlador de acuerdo con la configuración de la instalación.

Los pasos a seguir son los siguientes:

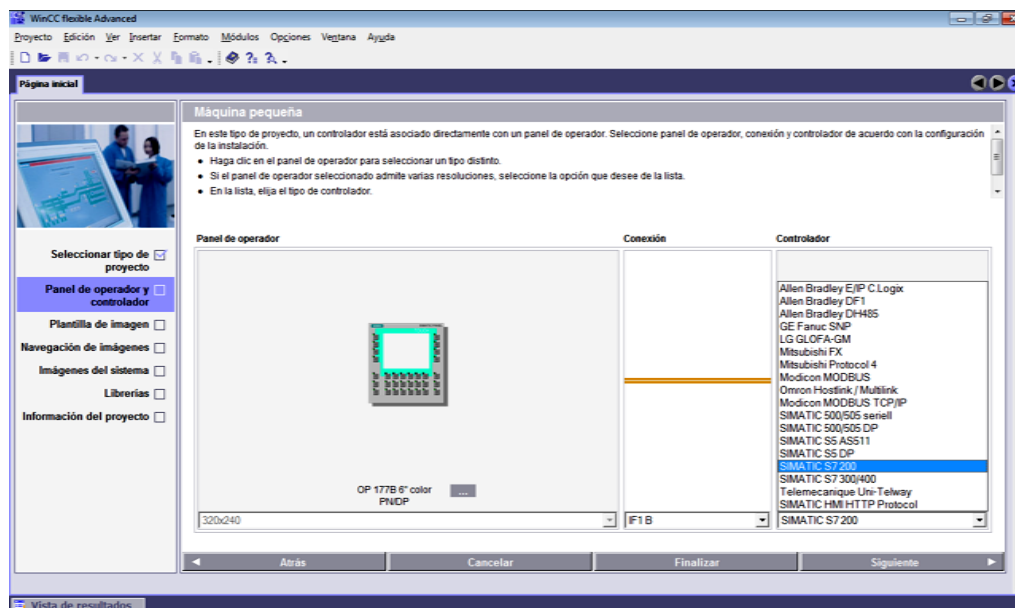
Haga clic en WinCC flexible Runtime para seleccionar el tipo de panel, en la lista, elija “panels” de la serie 170 y en nuestro caso elegiremos el panel operador OP 177B PN/DP

La siguiente figura muestra una gama de paneles que SIMATIC dispone para las diferentes aplicaciones y como seleccionar la adecuada.



**Figura 4.41:** Selección del panel operador.

Seleccione en la lista el tipo de conexión entre el panel de operador y el controlador como se indica en la figura 4.38.



**Figura 4.42:** Selección del tipo de conexión y controlador.

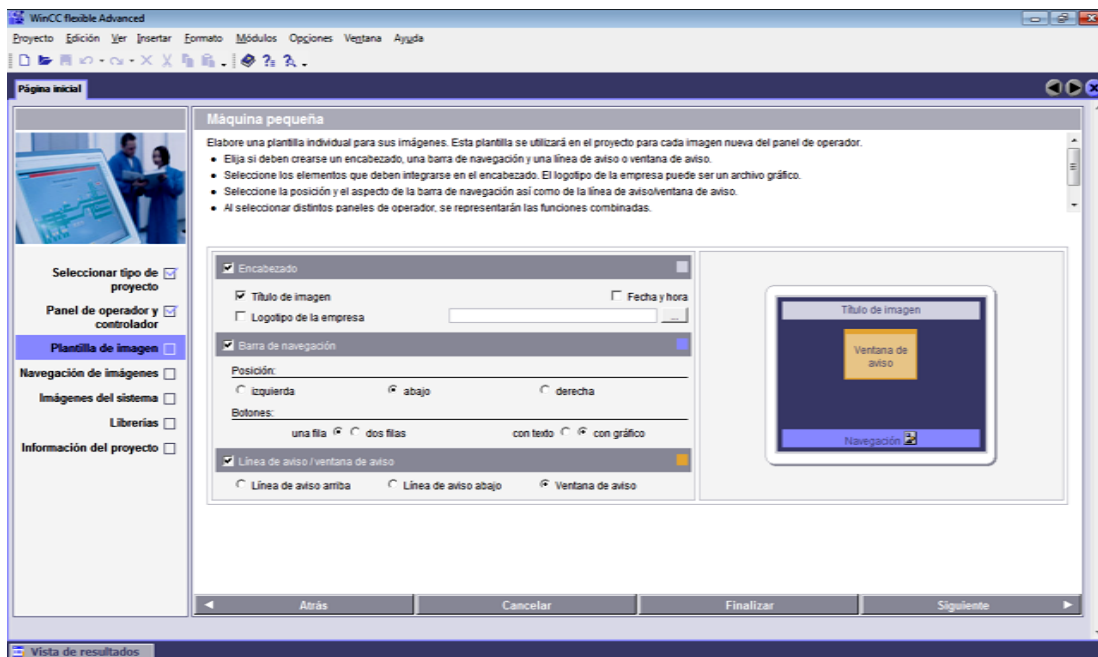
Una vez seleccionado el panel operador, conexión y controlador, seleccionamos siguiente para continuar con la configuración.

- **Elaboración de la plantilla de imagen**

Esta plantilla se utilizará en el proyecto para cada imagen nueva del panel operador.

Elija si debe crearse un encabezado, una barra de navegación y una línea de aviso o ventana de aviso, como se muestra en la figura 4.38 y siga los siguientes pasos:

- Seleccionar los elementos que deben integrarse en el encabezado. El logotipo de la empresa o puede ser un archivo gráfico.
- Seleccionar la posición y el aspecto de la barra de navegación así como de la línea de aviso/ventana de aviso.



**Figura 4.43:** Plantilla de imagen.

- **Navegación de Imágenes**

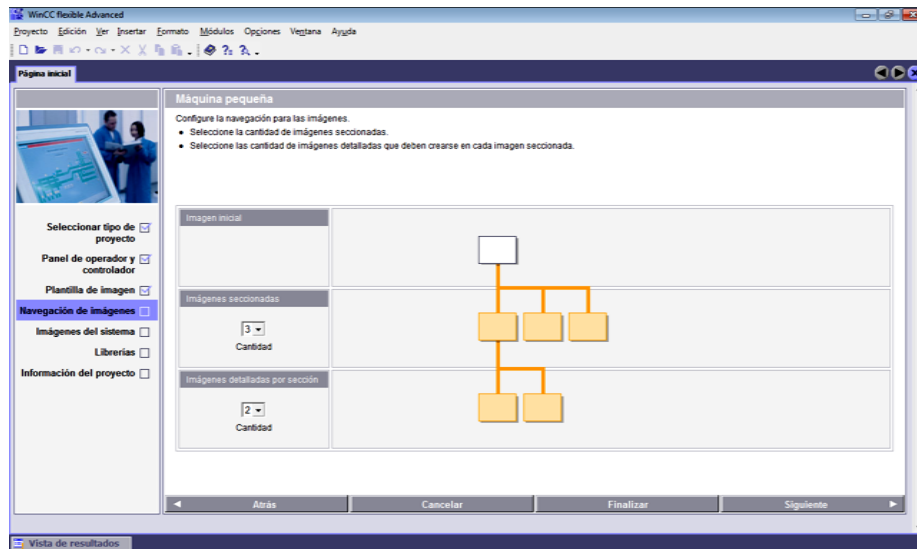
En esta ventana se configura la navegación para las imágenes, que permitirá regresar o avanzar a diferentes imágenes que se configuren en el sistema.

Los pasos a seguir son:

- Seleccionamos la cantidad de imágenes seccionadas.



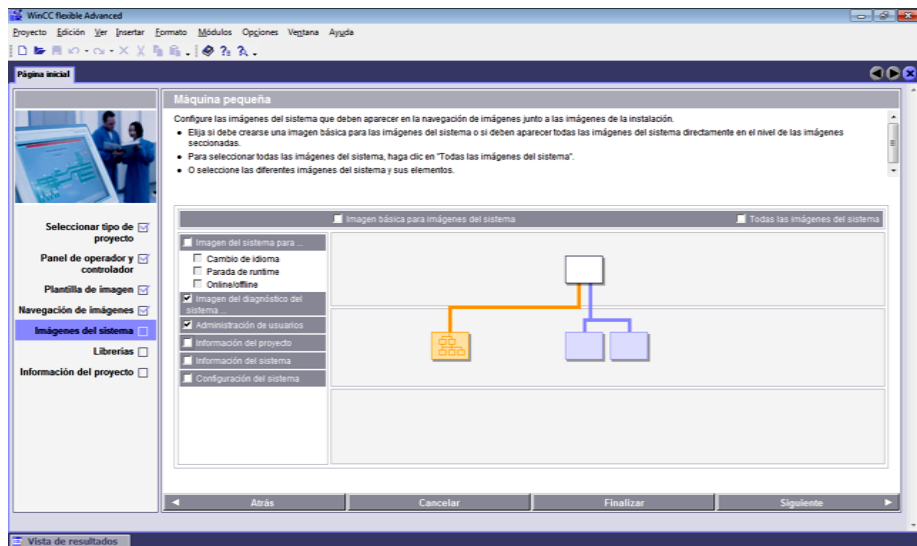
- Seleccionar también la cantidad de imágenes detalladas por sección que deben crearse en cada imagen seccionada.



**Figura 4.44:** Navegación de imágenes.

#### • Imágenes del Sistema

En esta ventana se configura las imágenes del sistema que deben aparecer en la navegación de imágenes junto a las imágenes de la instalación.



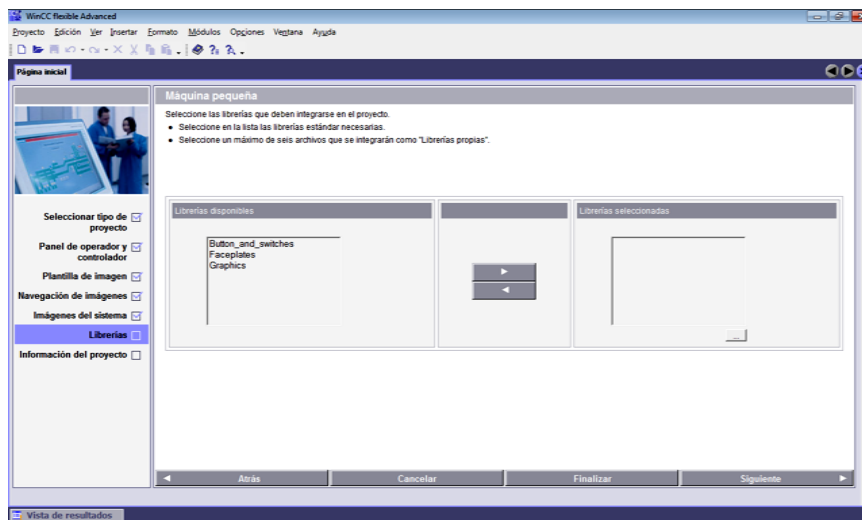
**Figura 4.45:** Imágenes del sistema.

Elegir si debe crearse una imagen básica para el sistema o si deben aparecer todas las imágenes del sistema directamente en el nivel de las imágenes seccionadas.

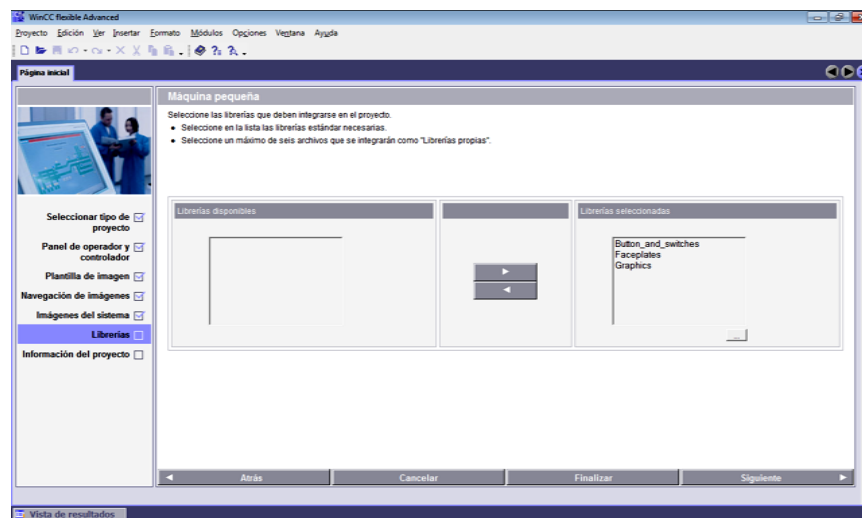
- Para seleccionar todas las imágenes del sistema, haga clic en “Todas las imágenes del sistema”.
- Seleccione las diferentes imágenes del sistema y sus elementos.
- **Librerías**

En esta ventana se debe seleccionar las librerías que deben integrarse en el proyecto.

- Seleccionar en la lista las librerías estándar necesarias.
- Seleccionar un máximo de seis archivos que se integrarán como “Librerías propias”.



**Figura 4.46 (a):** Librerías disponibles

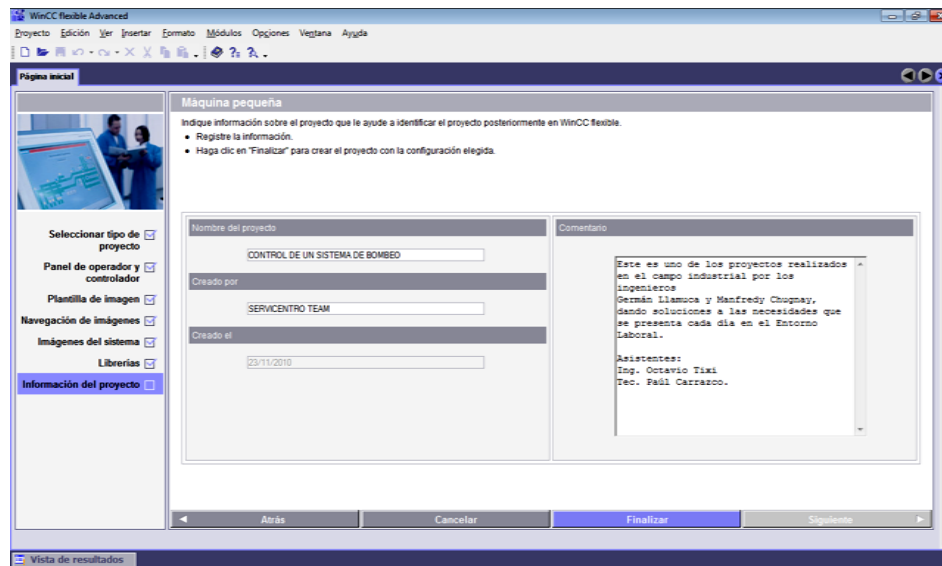


**Figura 4.46 (b):** Librerías seleccionadas.

- **Información del Proyecto**

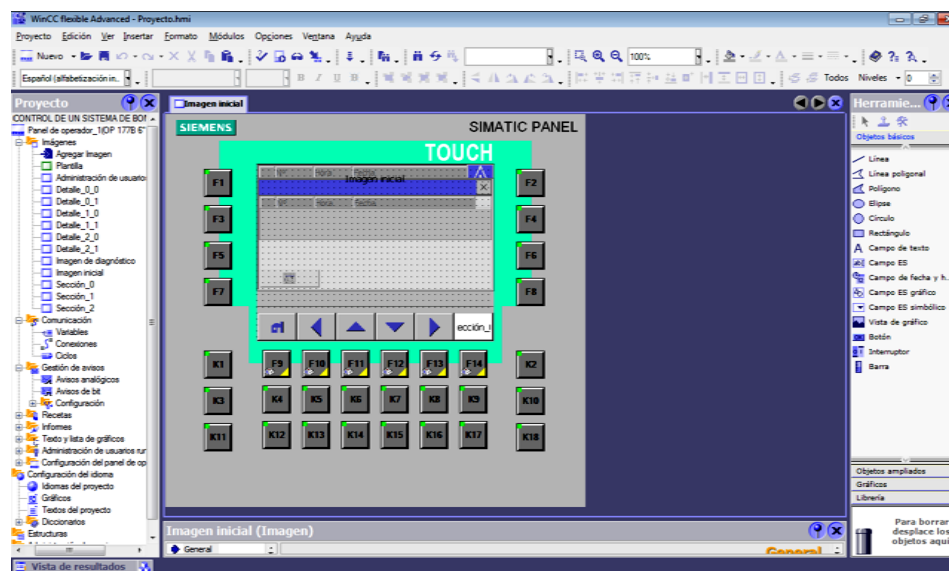
Se indica información sobre el proyecto que le ayuda a identificar el proyecto posteriormente en WinCC Flexible y luego se registra algunos datos como:

- Nombre del proyecto y quien lo creo.
- Creado el.
- Comentario.



**Figura 4.47:** Información del proyecto.

Hacer clic en “Finalizar” y el proyecto está creado con la configuración realizada.



**Figura 4.48:** Pagina inicial del proyecto

En la figura anterior se muestra la ventana que nos permitirá realizar la configuración de todos los elementos que deben aparecer en el panel operador cuando se ponga en funcionamiento.

## **CAPÍTULO V**

### **5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **5.1 Prueba del circuito de potencia**

Dentro del circuito de potencia del módulo de automatización se encuentra los relés y las salidas del PLC que van a controlar los diferentes equipos que se utilizarán en las diversas prácticas en el laboratorio de Control Industrial.

##### **5.1.1 Verificación del funcionamiento de los equipos**

Esta prueba consiste en comprobar que los relés seleccionados y encontrados en el mercado funcionen perfectamente.

Para probar los actuadores se les conectan mediante una fuente de alimentación requerida por los mismos como se muestra en la tabla 5.1.

**TABLA 5.1: VOLTAJE NECESARIO PARA LOS RELÉS**

<b>Actuadores</b>	<b>Voltaje</b>
Relés	110 V
Salidas del PLC	110 V

En caso de los relés la prueba consiste en determinar el funcionamiento de sus contactos al momento de la alimentación a su bobina, los contactos normalmente abiertos se cerraran y los normalmente cerrados se abrirán.

En las salidas del PLC la prueba consiste en medir continuidad en las distintas líneas de salida a los relés y de los relés a las borneras, verificando que todas las líneas del circuito se encuentren conectadas.

#### **5.2 Prueba del circuito de mando**

Dentro del circuito de mando de los módulos de automatización encontramos los siguientes equipos y dispositivos.

##### **Equipos.**

- PLC

- Panel Operador.

### **Dispositivos**

- Pulsadores
- Selectores de 2 y 3 posiciones.
- Lámparas piloto.
- Mando de paro de emergencia.
- Fuente externa de 110 VCA Input/output 24 VDC/2.5 A.

#### **5.2.1 Verificación del funcionamiento de los equipos**

Esta prueba consiste en comprobar que el PLC y el panel operador funcionen perfectamente.

Para probar el funcionamiento del PLC y el panel operador se les conectan mediante una fuente de alimentación requerida por los mismos como se muestra en la tabla 5.2.

**TABLA 5.2: VOLTAJE NECESARIO PARA PLC Y PANEL OPERADOR.**

<b>Actuadores</b>	<b>Voltaje</b>
PLC	110 VCA
Panel Operador	24 VCD

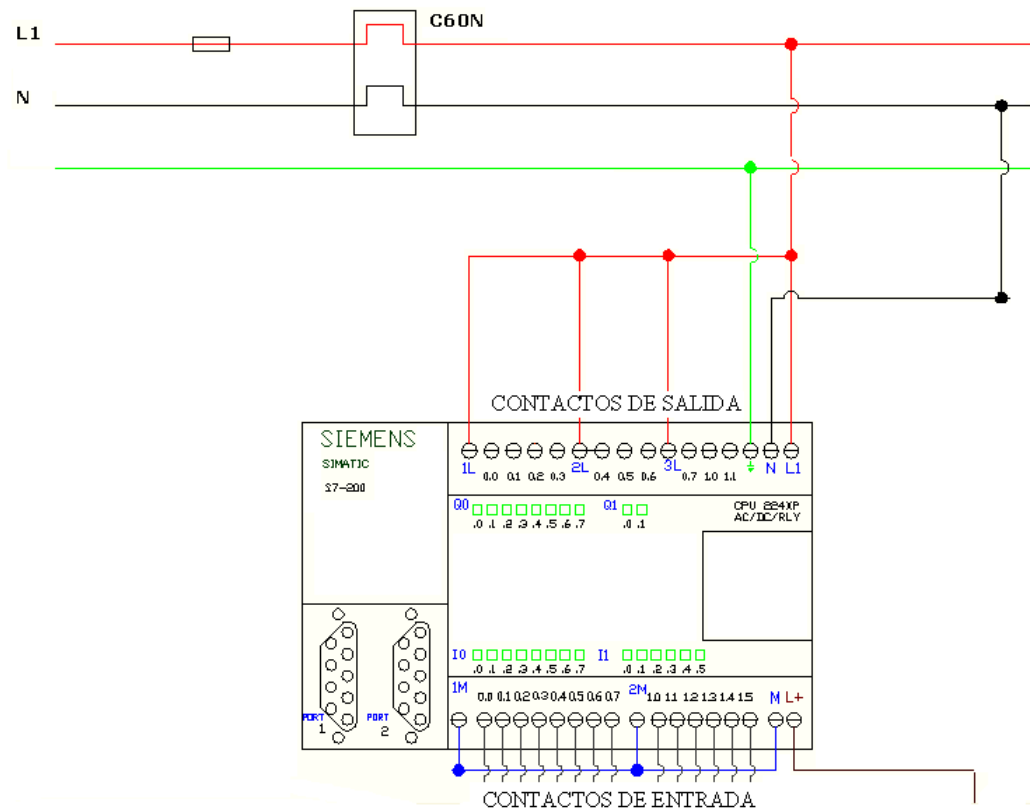
En el caso del **PLC** la prueba consiste en determinar el funcionamiento de los contactos de entradas y salidas del PLC.

A las entradas del PLC se les alimenta a la fuente de 24 VCD propia del autómata, a cada uno de sus contactos y al dar una señal digital se encenderá el led del autómata que indica la activación de esa entrada.

Las salidas se alimentan a un voltaje de 110 VCA de una fuente externa, los contactos de salida están conectados a relés, estos relés son activados al instante que el autómata activa una salida.

En el **panel operador** la prueba consiste en verificar la funcionalidad del equipo, al alimentarlos a la fuente externa de 24VCD.

En la siguiente figura se muestra la alimentación del PLC y el panel operador para su funcionamiento.



**Figura 5.1:** Entradas y salidas del PLC

### 5.2.2 Funcionamiento de los dispositivos del módulo de automatización

Esta prueba consiste en verificar continuidad en los pulsadores normalmente abiertos y normalmente cerrados al pulsarlos debe dar un valor de resistencia. Lo mismo se realizará con los selectores y el mando de paro de emergencia.

Además la verificación en el encendido de las lámparas piloto al ser alimentados a un voltaje 110 VCA.

### 5.2.3 Verificación del conexionado de los dispositivos al PLC

Esta prueba consiste en verificar que las conexiones se encuentren de acuerdo al diagrama de conexión realizado en el capítulo anterior, y la continuidad de la línea de conexión que va desde los distintos dispositivos al PLC.

#### **5.2.4 Verificación de la conexión del panel operador a la fuente externa de 24 VCD y PLC**

Esta prueba consiste en verificar que las conexiones se encuentren de acuerdo al diagrama de conexión realizado en el capítulo anterior y la continuidad de la línea de conexión que va desde el panel operador a la fuente externa y al PLC.

#### **5.3 Prueba del circuito de seguridad y protección**

Las pruebas realizadas en el circuito de seguridad son en verificar el estado técnico de los dispositivos y que las conexiones se encuentren de acuerdo al diagrama de conexiones del módulo didáctico de automatización.

Estas pruebas se realizarán en el circuito de protección contra cortocircuitos y en el circuito de parada de emergencia.

En el circuito de protección encontramos a los relés que va a proteger al PLC, las pruebas que se realiza a estos dispositivos es verificar su estado técnico y sus conexiones dentro del módulo didáctico de automatización.

#### **5.4 Puesta en marcha**

##### **5.4.1 Procedimiento de operación del módulo didáctico de automatización**

- Verificar que el cable de alimentación del módulo didáctico de automatización se conecte a una fuente de 110 VCA.
- Verificar las conexiones de los elementos que se encuentran en el módulo didáctico de automatización.
- Poseer un programa previamente simulado.
- Encender el PLC con el breaker C2.
- Encender la fuente de alimentación que alimenta al panel operador con el breaker C6.
- Colocar el interfaz de comunicación RS-485 entre la PC y el PLC.
- Colocar el cable de comunicación *ETHERNET* entre Panel Operador y PC
- Colocar el cable de comunicación RS-485 entre Panel Operador y PLC.
- Colocar el PLC en modo *PROGRAM*.
- Cargar el programa de la PC en el PLC.



- Colocar el PLC en modo *RUN*. Luego la programación cargada en el PLC correrá físicamente en el módulo didáctico de automatización al pulsar los distintos pulsadores o girar los selectores que simulan las entradas digitales, y encendiéndose las lámparas piloto que simula sus salidas digitales.
- El módulo posee borneras para cuando se requiera conectar distintos elementos como ya se explicó en capítulos anteriores.

## 5.5 Evaluación del funcionamiento

Las pruebas eléctricas realizadas, para la verificación del funcionamiento de los equipos y de los distintos dispositivos del módulo didáctico de automatización, dieron resultados positivos, obteniendo cero fallas en el funcionamiento y conexiones de los actuadores y dispositivos del módulo didáctico.

La demostración del funcionamiento se realiza gráficamente conectado el PLC, Panel Operador al módulo y la visualización desde la computadora.

- **Funcionamiento del PLC.**

Se procedió a realizar el conexionado de los actuadores y se verificó continuidad en los mismos.

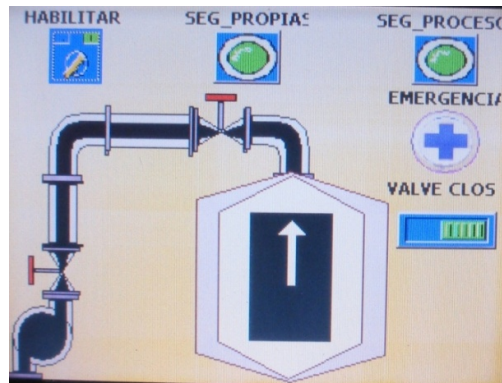
Finalmente al estar conectados los actuadores se verificó que el PLC funcionó correctamente.



**Figura 5.2:** Funcionamiento del PLC.

- **Funcionamiento del panel operador**

Una vez conectado los actuadores se procedió a programar en el panel operador según las variables que están programados en el PLC.



**Figura 5.3:** Funcionamiento del panel operador.

## 5.6 Manual de prácticas de laboratorio

Guía de práctica en el laboratorio utilizando el módulo didáctico de automatización.

### LABORATORIO N° 01

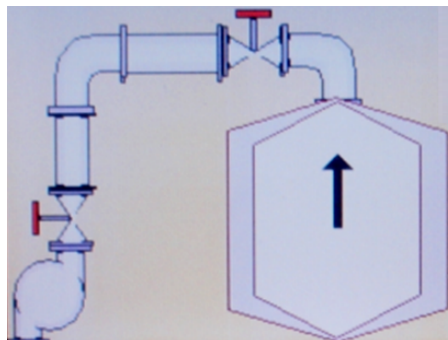
**5.6.1 Tema:** Funcionamiento de un sistema de bombeo con HMI.

#### 5.6.2 Objetivos

Simplificar las prácticas mediante la utilización del módulo didáctico de automatización utilizando los componentes de este módulo.

#### 5.6.3 Generalidades

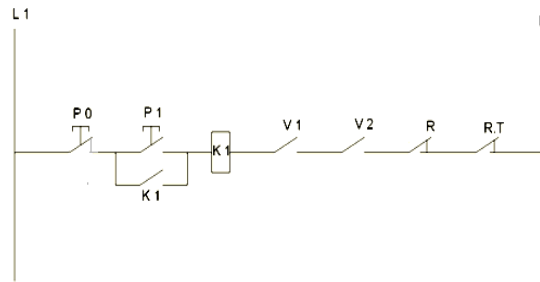
La mayoría de las veces, los sistemas de bombeo son controlados por tableros eléctricos donde utilizan dispositivos de control como contactores, relés, temporizadores, etc. Hoy en día podemos utilizar equipos de última generación que simplificaría todo el cableado y dispositivos de control en un solo equipo, brindando mayor seguridad y confiabilidad del control del sistema.



**Figura 5.4:** Sistema de bombeo.

- **Solución tradicional**

Para el accionamiento de la bomba se debe cumplir las siguientes condiciones. El esquema siguiente representa un circuito posible para el control del sistema de bombeo, que se realizaría en un circuito de control industrial.



**Figura 5.5:** Circuito normal del control de una bomba.

Donde:

P0 = Pulsador de paro.

P1 = Pulsador de arranque.

K1 = Bobina del contactor.

V1 = Válvula 1 de control de fluido.

V2 = Válvula 2 de control de fluido.

R = Radar.

RT = Relé térmico bimetálico.

#### **5.6.4 Funcionamiento del sistema de bombeo con HMI**

La bomba succiona el fluido del tanque de almacenamiento accionando el selector del panel operador. La persona puede supervisar el funcionamiento de la bomba.

Normalmente, la bomba se enciende cuando se ha cumplido las siguientes condiciones:

- Se activa el selector HABILITAR.
- Las seguridades propias del sistema de bombeo deben estar activadas, estas condiciones simulamos con los diferentes pulsadores que posee el módulo.
- Las seguridades de protección del sistema deben estar activadas, de igual forma simulamos con los pulsadores del módulo.

- El mando de paro de emergencia debe estar desactivado para que la bomba entre en funcionamiento.
- Las válvulas deben estar abiertas, por lo tanto están activadas, podemos simular con los selectores que posee el módulo.
- Cumplido todas estas condiciones la bomba se encenderá.

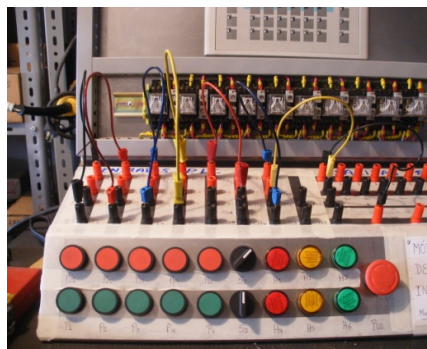
### 5.6.5 Componentes del panel operador

- IMAGEN DEL PROCESO = Funcionamiento del sistema.
- HABILITAR = Selector para habilitar el sistema.
- SEG\_PROPIAS = Indica las seguridades propias del sistema (relé bimetálico, protección)
- SEG\_PROCESO = Indica las seguridades que tiene el proceso (nivel bajo, válvula abierta, válvula 1 abierta)
- EMERGENCIA = Indica si el pulsador de paro de emergencia está activado.
- VALVE CLOS = Indica si las válvulas están cerradas, por ende el sistema no funciona.

### 5.6.6 Procedimiento

Con el pulsador de inició, el proceso de succión del fluido comienza a funcionar, siempre y cuando cumpla todas sus condiciones antes descritas. La succión concluye accionando el pulsador de paro. El funcionamiento de la bomba puede ser interrumpido al accionar el pulsador de paro de emergencia.

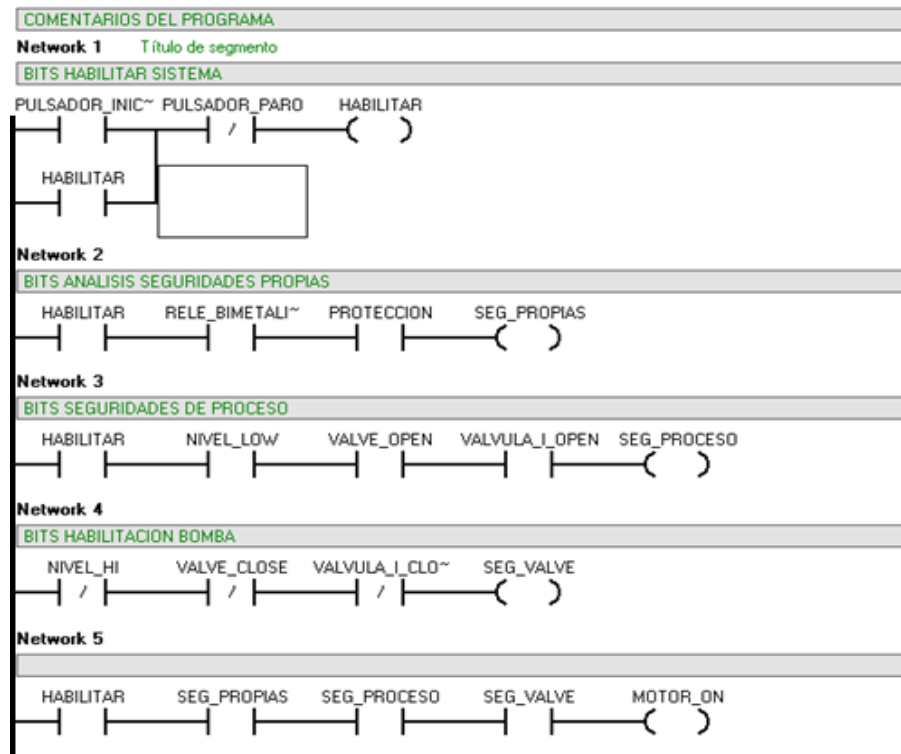
Realizar el cableado del control del sistema de bombeo en las entradas y salidas del PLC dependiendo de las variables que se programen en el autómata, utilizando cables de conexión.



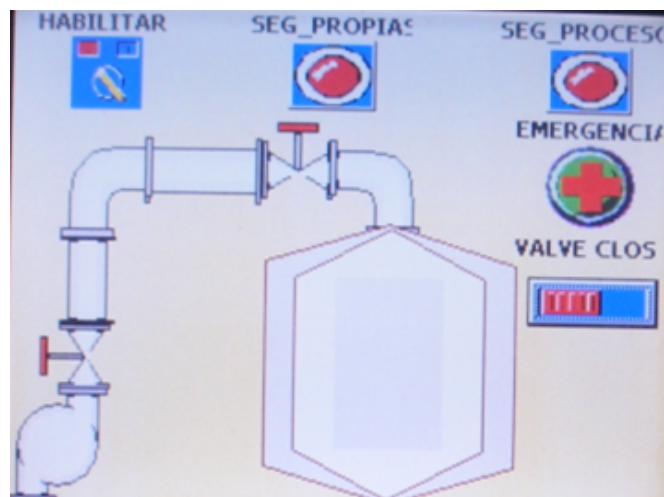
**Figura 5.6** Cableado del módulo

- **Esquema de circuitos del control del sistema de bombeo mediante PLC y panel operador**

Este es el diagrama funcional equivalente al esquema de circuitos de la solución tradicional, se realizará dicho esquema aprovechando las funciones que ofrece el PLC y Panel Operador.



**Figura 5.7:** Circuito de control para el sistema de bombeo con Ladder



**Figura 5.8:** Pantalla de operación del panel operador

### **5.6.7 Conclusiones**

La utilización de estos módulos se simplificará todas las prácticas que se realice en el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica, obteniendo los siguientes resultados:

- El circuito de mando se lo realizará programando en el módulo didáctico de automatización con todas las condiciones del proceso, simplificando todo el control del sistema en un programa que cumpla las mismas condiciones.
- Se necesita menos componentes que con la solución convencional.


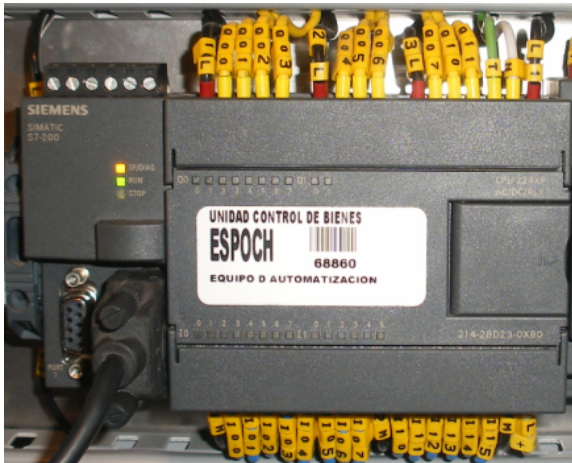
### **5.6.8 Recomendaciones**

- Se puede conectar una alarma a una salida del PLC para advertir que el tanque se ha quedado sin fluido.
- Usted puede prever un encendido de la bomba en función de la hora, día, mes, año (encender sólo durante las horas necesarias que se requiera).
- Puede implementarse otras funciones sin necesidad de cambiar el cableado.
- Instalar una lámpara de señalización que deberá indicar en funcionamiento del módulo.


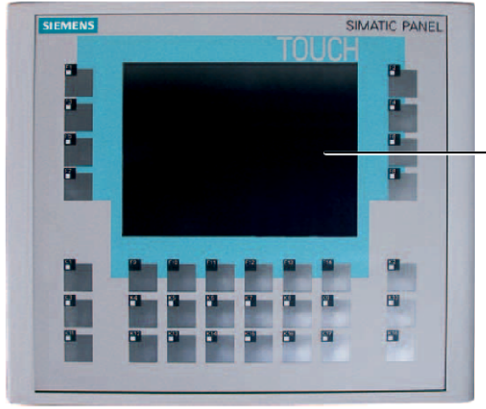
## 5.7 Banco de tareas de mantenimiento y reglas de seguridad

### 5.7.1 Banco de tareas de mantenimiento para el módulo didáctico de automatización

**TABLA 5.3: REVISIÓN DEL PLC DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN.**


		ESPOCH		E.I.M	
<u>MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN</u>		BANCO DE TAREAS Y FRECUENCIAS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN E.I.MTO.			
TAREA:	REVISIÓN DEL PLC DE LOS MÓDULOS DE AUTOMATIZACIÓN	Procedimiento	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	FRECUENCIA	
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Quitar alimentación al módulo.</li><li>• Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas y salidas del PLC.</li><li>• Inspección visual del estado de borneras y contactos.</li><li>• Revisión de continuidad en conexiones de entradas y salidas del PLC.</li><li>• Limpieza de contactos con spray limpiador.</li><li>• Verificación de voltajes de entrada y salida del PLC.</li></ul>	<p>HERRAMIENTAS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Destornillador plano.</li><li>• Destornillador de estrella</li></ul> <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guaípe.</li><li>• Spray limpiador de contactos.</li></ul>	Semestral	

**TABLA 5.4:** REVISIÓN DEL PANEL OPERADOR DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN.

	<u>MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN</u>	ESPOCH	E.I.M	
		BANCO DE TAREAS Y FRECUENCIAS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN		
		E.I.MTO.		
TAREA:	REVISIÓN DEL PANEL OPERADOR DE LOS MÓDULOS DE AUTOMATIZACIÓN	Procedimiento	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	FRECUENCIA
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Quitar alimentación al módulo.</li><li>• Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas al Panel Operador.</li><li>• Inspección visual del estado de borneras y mordazas de plástico.</li><li>• Revisión de continuidad en conexiones de salidas del Panel Operador.</li><li>• Limpieza del display desde el borde de la pantalla hacia dentro con producto de limpieza.</li></ul>	<p>HERRAMIENTAS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Destornillador plano.</li><li>• Destornillador de estrella</li></ul> <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guaípe.</li><li>• Producto de limpieza.</li></ul>	Diaria



**TABLA 5.5:** REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN.

	<u>MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN</u>	ESPOCH	E.I.M	
		BANCO DE TAREAS Y FRECUENCIAS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN		
				E.I.MTO.
TAREA:	REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LOS MÓDULOS DE AUTOMATIZACIÓN	Procedimiento	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	FRECUENCIA
<div><div><div><div>CONECTORES ENTRADAS DEL PLC</div><div><div>IO 0</div><div>IO 1</div><div>IO 2</div><div>IO 3</div><div>IO 4</div><div>IO 5</div><div>IO 6</div></div><div><div>IO 7</div><div>IO 8</div><div>IO 9</div><div>IO 10</div><div>IO 11</div><div>IO 12</div><div>IO 13</div><div>IO 14</div><div>IO 15</div></div><div><div>ENTRADAS DE SEÑALES DIGITALES</div><div><div>P0.1</div><div>P0.2</div><div>P0.3</div><div>P0.4</div><div>P0.5</div><div>P1</div><div>P2</div><div>P3</div><div>P4</div><div>P5</div></div><div><div>S1</div><div>S2</div></div></div><div>CONECTORES SALIDAS DEL PLC</div><div><div>Q0.0</div><div>Q0.1</div><div>Q0.2</div><div>Q0.3</div><div>Q0.4</div><div>Q0.5</div><div>Q0.6</div><div>Q0.7</div><div>Q1.0</div><div>Q1.1</div></div><div><div>LEDs DE SEÑALIZACIÓN</div><div><div>H1</div><div>H2</div></div></div><div>PARO DE EMERGENCIA</div><div><div>P0.0</div></div></div></div><div><div><div>MANDO DE ENTRADAS DIGITALES DEL PLC</div><div><div>P0.1</div><div>P0.2</div><div>P0.3</div><div>P0.4</div><div>P0.5</div><div>S1</div><div>H1</div></div><div><div>P1</div><div>P2</div><div>P3</div><div>P4</div><div>P5</div><div>S2</div><div>H2</div></div></div><div><div>MODULO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON EQUIPO SIEMENS</div><div><div>P0.0</div></div></div></div></div>		<ul style="list-style-type: none"><li>Quitar alimentación al módulo.</li><li>Realizar un reajuste de los tornillos de los conectores de las entradas y salidas, pulsadores, selectores, lámparas piloto del Módulo Didáctico de Automatización.</li><li>Inspección visual del estado de los dispositivos del Módulo.</li><li>Revisión de continuidad en conexiones de los dispositivos del Módulo.</li><li>Limpieza de los dispositivos con spray limpiador</li></ul>	<div>HERRAMIENTAS<ul style="list-style-type: none"><li>Destornillador plano.</li><li>Destornillador de estrella</li></ul></div> <div>MATERIALES<ul style="list-style-type: none"><li>Guaípe.</li><li>Producto de limpieza.</li></ul></div>	Cada 6 meses

### 5.7.2 **Reglas de seguridad**

- En el conexionado de los distintos elementos se debe tener un circuito especial debido a que al conectar incorrectamente los elementos se puede producir un daño en los mismos.
- Se debe tener cuidado con los equipos durante la realización de prácticas debido a su delicadez, evitando con esto su posible daño y por ende mal funcionamiento de la aplicación.
- Verificar el estado de las conexiones de los diferentes entradas (sensores, pulsadores, selectores, etc.) ya que de encontrarse en mal estado podrían ocasionar fallas en el módulo didáctico de automatización.
- Revisar la conexión que se encuentra entre los cables de comunicación de los siguientes equipos:
  - Comunicación de PLC con PC.
  - Comunicación de Panel Operador con PC.
  - Comunicación de PLC con Panel Operador.
- No se debe reemplazar o desconectar equipos mientras el PLC se encuentra encendido debido a que existen riesgos de explosión.

## **CAPÍTULO VI**

### **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- 1) Una vez finalizado el proyecto se ha cumplido el objetivo principal que comprendía el diseño y construcción de dos módulos de automatización con pantallas táctiles para el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica, que tiene como finalidad el entrenamiento de los estudiantes y profesionales en esta importante área para su formación académica y profesional.
- 2) Se analizó el estado actual del laboratorio y se puso mucho empeño en diseñar y construir los módulos de automatización de tal manera que sea un aporte tecnológico para los estudiantes de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento y de la Facultad de Mecánica.
- 3) Se conocieron los equipos de automatización, sus características técnicas, su funcionamiento, el software de programación, indispensables para construir los módulos y poner en funcionamiento el mismo.
- 4) El módulo didáctico cumple la función de simular entradas digitales mediante el uso de pulsadores, selectores o entradas directas de señales, los cuales pueden ser normalmente abiertos o cerrados. Además de simular salidas digitales a unos conectores para activar diferentes actuadores que se vayan a utilizar en el proceso.
- 5) El módulo de automatización tiene un diseño ergonómico q cumple los requerimientos básicos para ser un módulo didáctico que brinda facilidad y ergonomía al estudiante o profesional al momento de realizar la prácticas de automatización. De este modo se facilita su cableado y programación.
- 6) Con los ejemplos de aplicaciones que se encuentran en el manual de prácticas de laboratorio se puede concluir que la introducción a la programación del PLC y el Panel Operador es relativamente accesible relacionándolo con el control industrial.
- 7) Se elaboró un banco de tareas de mantenimiento para los equipos y dispositivos utilizados en el modulo con la finalidad de ofrecer una buena fiabilidad y disponibilidad del mismo.

## **6.2 Recomendaciones**

- 1) Antes de empezar cualquier práctica se debe conocer el funcionamiento de todos los equipos y elementos que componen los módulos, y verificar que estén conectados correctamente para evitar daños a los equipos, y lo que es más importante daños al operador.
- 2) Se recomienda guardar un archivo independiente de todos los programas que se utilizan para poder utilizarlos en el futuro o realizar correcciones.
- 3) Es importante tener mucho cuidado con la superficie del panel operador contra golpes o rayaduras por que podría causar daños considerables al Panel.
- 4) Se debe realizar un mantenimiento del módulo para evitar su deterioro, siguiendo las recomendaciones que se presentan en el banco de tareas de mantenimiento.
- 5) Se recomienda utilizar el manual de prácticas de laboratorio para una mejor comprensión de la programación y utilización en general de los módulos.
- 6) Se recomienda dar el uso adecuado del módulo didáctico de automatización para sacar el máximo provecho de la tecnología actual para de esa manera poder defendernos en el campo industrial y aplicar los conocimientos básicos aprendidos en el laboratorio y también es importante dar un cuidado permanente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**MOROCHO, M.** Administración de Mantenimiento. Riobamba: 2004. (doc).

**GUNTER, G Seip.** Instalaciones Eléctricas. 2da.ed. Berlín: Siemens, 1989.

**FLORES, M.** Redes de Computadoras. 1ra.ed. Perú: Macro, 2007.

**CARRANZA, J.** Implementación y Configuración de Redes. 1ra.ed. Perú: Megabyte, 2006.

**TECSUP.** Planificación y Programación del Mantenimiento. 1ra.ed. Perú: 2008

## LINKOGRAFÍA

### Autómatas S7-200

[http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html\\_00/techdoku.htm](http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html_00/techdoku.htm)

18/10/2010

<http://www.sitrain.com>

20/10/2010

<http://www.siemens.de/automation/support-request>

02/11/2010

### Pantallas Táctiles

<http://www.siemens.com/automation/support-request>

02/11/2010

<http://support.automation.siemens.com>

03/11/2010

<http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

13/11/2010

### WinCC Flexible

<http://www.siemens.com/automation/partner>

20/10/2010

<http://www.automation.siemens.com/.../wincc-flexible>

14/11/2010